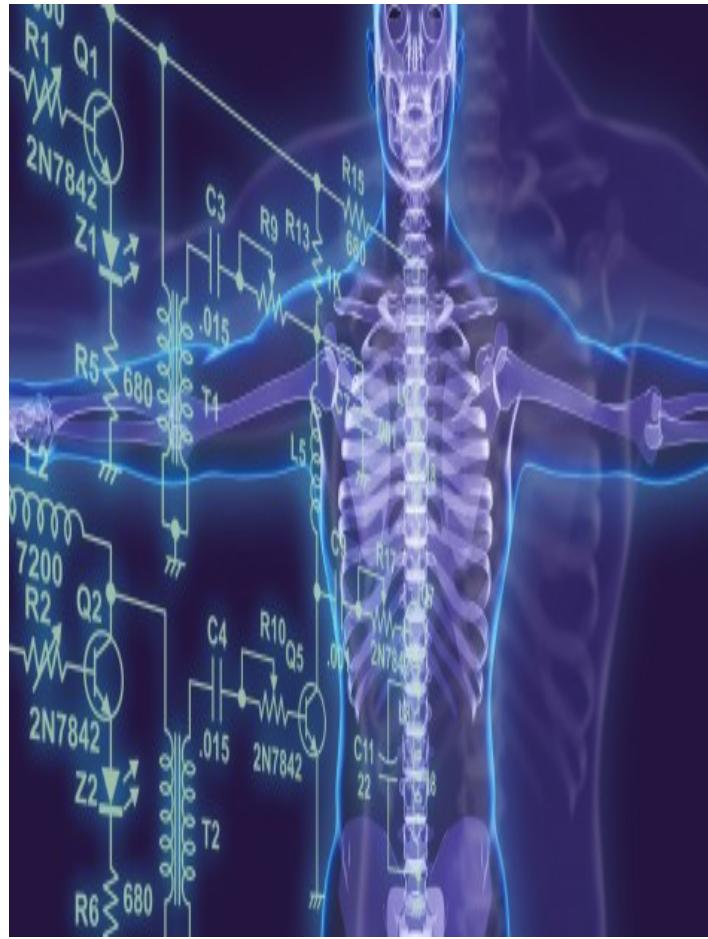


G

# BIOMÉDICAL

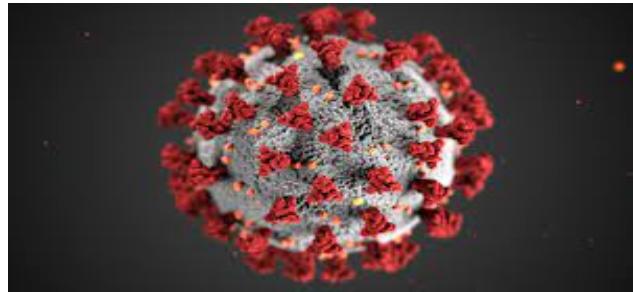


N  
I  
E



**le génie biomédical s'intéresse au fonctionnement du corps humain ainsi qu'à la conception ,la fabrication et la maintenance d'appareils de diagnostic ou de traitement des maladies**

**le génie biomédical rassemble de nombreuses spécialités du génie tissulaire au génie orthopédique en passant par la bio-instrumentation et l'imagerie**



Au cours de mon stage, j'ai assisté à la maintenance et à la réparation d'équipements médicaux critiques utilisés en réanimation dans la prise en charge des patients atteints du Covid-19 comme les moniteurs multiparamétriques, les respirateurs, l'Ecmo et le scanner.

J'ai également participé à des activités de maintenance préventive, telles que la désinfection régulière des équipements médicaux et la vérification de leur fonctionnement optimal. Le contexte de la pandémie de Covid-19 a ajouté une dimension supplémentaire à mon stage. La pression sur les services de réanimation était énorme j'ai eu l'occasion de découvrir les coulisses d'un service vital pour la santé publique, de rencontrer des professionnels passionnés et dévoués.

La pandémie de Covid-19 a mis en évidence l'importance des équipements médicaux pour faire face à une crise sanitaire. Les équipements médicaux sont utilisés pour diagnostiquer, traiter et surveiller les patients atteints de Covid-19, ainsi que pour protéger les professionnels de santé qui travaillent en première ligne.

*La COVID-19 est une maladie respiratoire qui peut causer une pneumonie sévère et entraîner une insuffisance respiratoire aiguë. Dans les cas les plus graves, les patients peuvent nécessiter une assistance respiratoire, telle qu'un respirateur, pour maintenir une respiration adéquate.*

*Dans certains cas extrêmes, où les fonctions respiratoires du patient ne peuvent pas être suffisamment maintenues par un respirateur seul, l'utilisation d'une ECMO peut être envisagée. Les patients atteints de COVID-19 peuvent être candidats à l'ECMO s'ils ont une insuffisance respiratoire sévère et ne répondent pas aux autres traitements.*

*Les moniteurs multiparamétriques sont également utilisés pour surveiller en continu les signes vitaux des patients atteints de COVID-19, tels que la saturation en oxygène, la fréquence cardiaque, la pression artérielle et la respiration. Ces données peuvent aider les médecins à déterminer si le patient répond adéquatement au traitement et s'il y a des signes d'une détérioration de l'état de santé.*

*Enfin, les scanners peuvent être utilisés pour diagnostiquer et surveiller les complications de la COVID-19, telles que les pneumonies et les caillots sanguins. Les scanners peuvent fournir des images détaillées des poumons et des autres organes du corps pour aider les médecins à déterminer le traitement le plus approprié pour le patient.*

# Partie I

## *LE MONITEUR MULTIPARAMÉTRIQUE*



Une personne sous soins intensifs requiert une surveillance permanente et rapprochée de ses signes vitaux et cela s'effectue principalement à l'aide d'un moniteur /scope. « Dans le jargon médical on dit souvent scoper le malade ou monitorer ».

Scoper un patient signifie donc surveiller ses paramètres physiologiques vitaux.

Le moniteur est un appareil électronique qui permet de visualiser sous forme des courbes et des valeurs numériques les paramètres d'un patient explorés par différents capteurs.

‘. un signal électrique peut transiter d'un émetteur à un récepteur avec différentes caractéristiques variant dans le temps qui sont principalement la tension et le courant .Les variations de tension /courant permettent de faire transiter une information ’

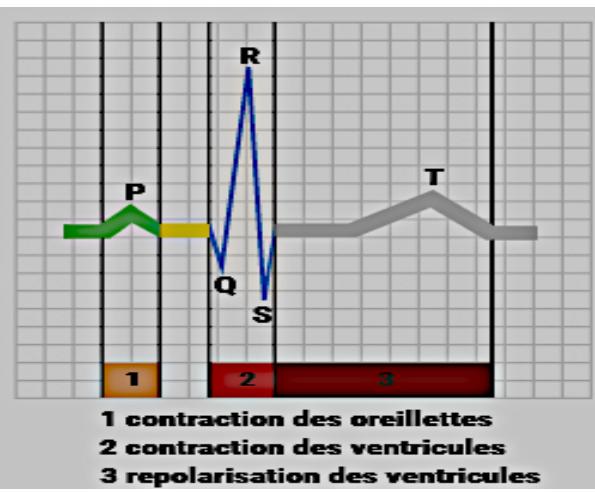
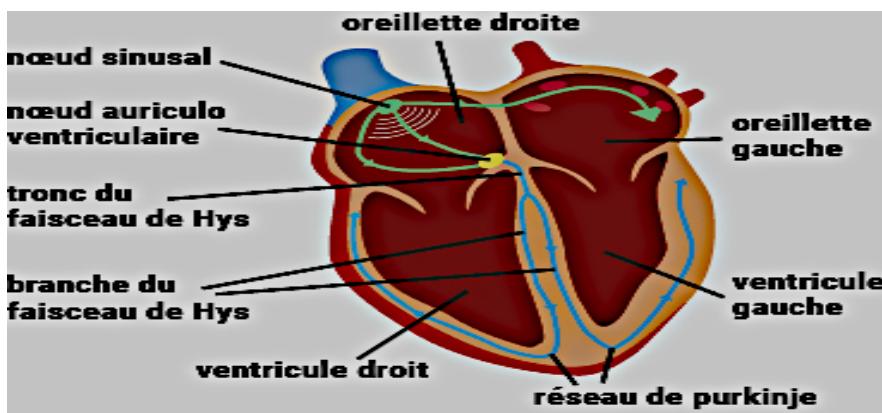
## Paramètre 1 : L'électrocardiogramme



Ce moniteur peut surveiller l'électrocardiogramme, on mesure l'activité cardiaque du patient. Avant d'étudier ce paramètre, il est nécessaire de comprendre le fonctionnement électrique du cœur.

Le cœur est un organe possédant un automatisme permettant la contraction et le relâchement périodique. Le courant électrique naît en un point précis du cœur, appelé nœud sinusal, situé au sommet de l'oreillette droite. Cette source est constituée d'un amas de cellules capables de fabriquer un courant électrique de quelques millivolts.

Partant du nœud sinusal, le courant se propage en tache d'huile dans le muscle cardiaque .il circule dans les 2 oreillettes ce qui provoque leur contraction et pousse le sang dans les chambres inférieures ou ventricules, il converge vers la cloison séparant oreillettes et ventricules au niveau d'un relais électrique appelé auriculo-ventriculaire ,à partir de ce dernier l'influx progresse simultanément dans les 2 ventricules, le droit et le gauche, jusqu'à la pointe du cœur ,provoquant la contraction des ventricules et le pompage du sang vers les poumons et le corps, phase ultime du battement cardiaque .



On mesure l'activité par des électrodes qui doivent être coller sur une peau sèche et dépourvue de poils placées sur le thorax /poignets/chevilles On respectera de façon très stricte un code couleur internationale.

## Le thorax

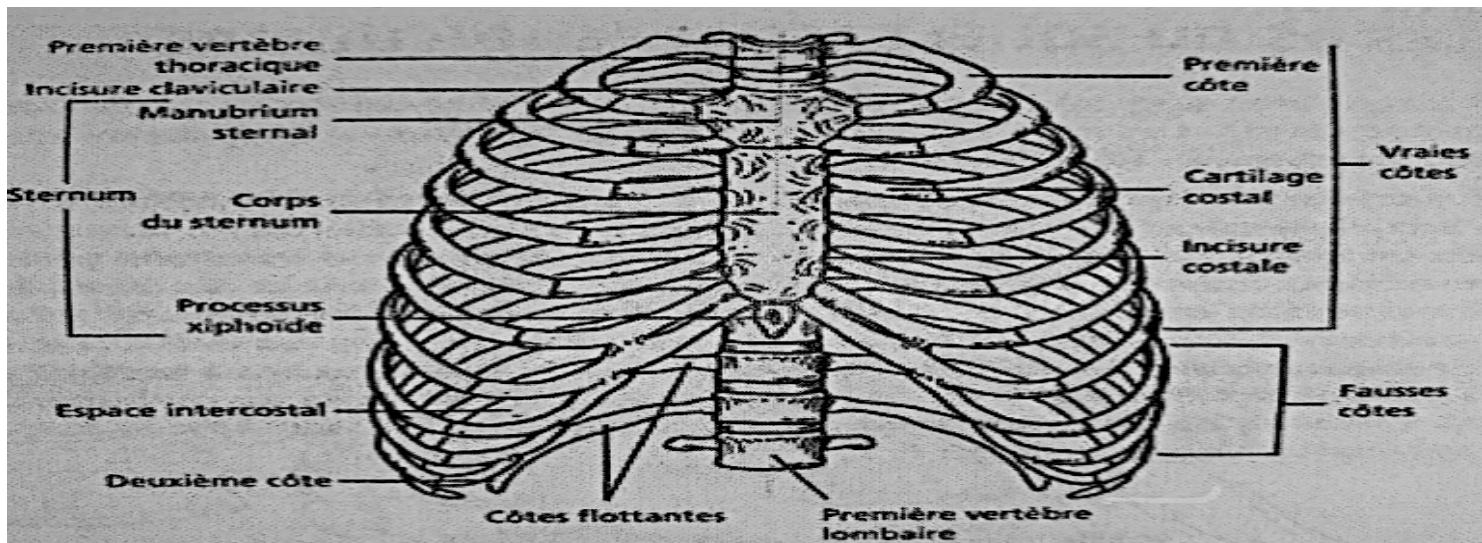
Le thorax est constitué de **la cage thoracique** et de différents organes et il est la partie supérieure du tronc située entre le cou et l'abdomen.

## La cage thoracique

La cage thoracique est formée à l'avant du sternum, à l'arrière du rachis thoracique dorsal (colonne vertébrale) composé de douze vertèbres, et latéralement des côtes thoraciques .ces dernières ,à la forme courbée donnant cette structure de cage ,sont au nombre de vingt-quatre ,soit 12 paires .elles partent du rachis et se rattachent au sternum grâce au cartilage costal ,à l'exception des côtes flottantes qui ne se rattachent pas au sternum .

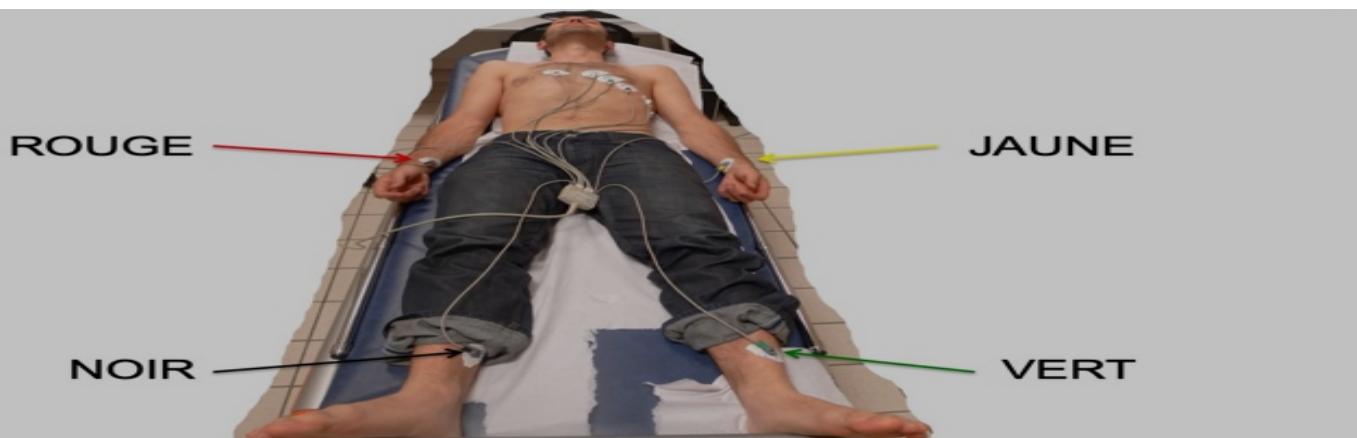
La cage thoracique protège différents organes dont vitaux tels que les poumons, séparés au centre par une région nommée médiastin.

Cette région contient le cœur, l'œsophage, et les bronches.



## Il existe deux types d'électrodes :

**1-les électrodes frontales** au nombre de quatre posées sur les faces antérieures des poignets et chevilles. Leur disposition est définie par **un code de couleur** : jaune sur poignet gauche / vert sur cheville gauche /rouge sur poignet droit /noir sur cheville droite

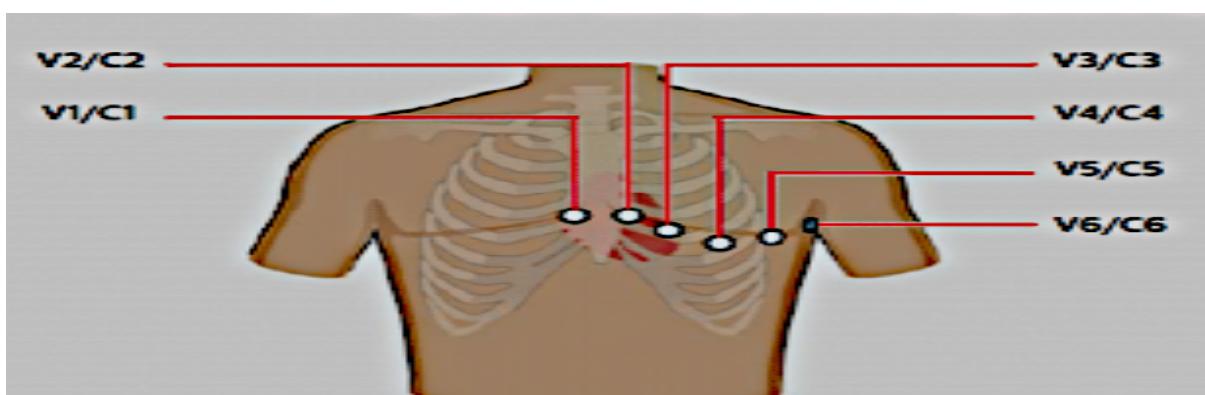


**2-les électrodes précordiales** au nombre de six se positionnant par **un code de couleur** :

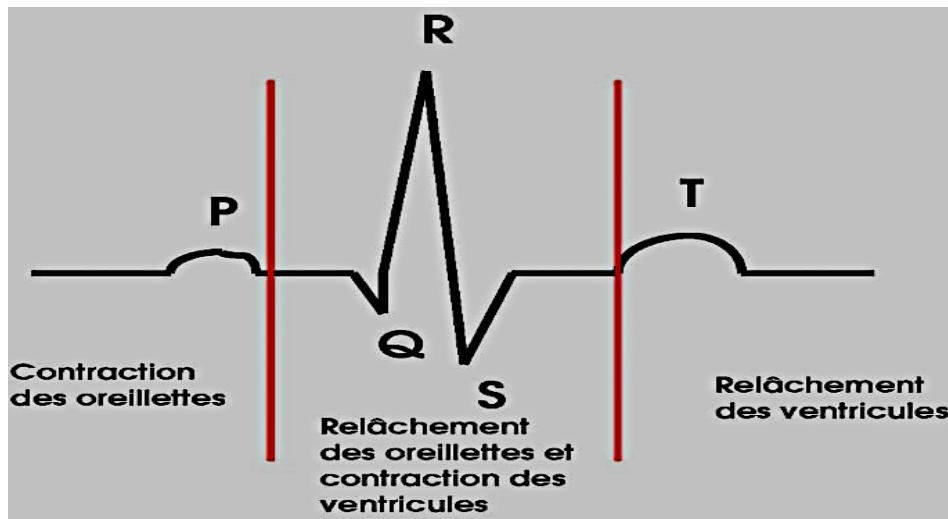
L'électrode rouge (C1) qui est positionnée au niveau de quatrième espace intercostal sur la droite du sternum, électrode jaune (C2) à la même hauteur sur la gauche du sternum .

L'électrode marron (C4) doit être placée au niveau du cinquième espace intercostal, sur la gauche de la ligne médio-claviculaire.  
L'électrode verte (C3) doit ensuite être positionnée à mi-distance entre les électrodes C2 et C4.

L'électrode violette (C6) doit être placée au même niveau que C4 au milieu du creux axillaire .L'électrode (C5 )noire peut être positionnée à mi-distance entre C4 et C6.



# Interprétation du tracé d'un ECG



**L'onde P** représente la première étape du cycle où les oreillettes (ou atriums) se contractent promettant le passage du sang, à travers les valves auriculo-ventriculaires ,vers les ventricules .

**Le complexe QRS** symbolise à la fois la contraction ventriculaire (permettant l'éjection du sang vers les artères) notamment par le pic en R, dans le même temps, le relâchement des oreillettes entraîne le remplissage de celles-ci en attente d'un nouveau cycle.

**L'onde T** représente le relâchement des ventricules suite à leur contraction.

L'enchaînement de ces complexes permet par ailleurs de déterminer la fréquence cardiaque, le nombre de battements par minutes .une fréquence cardiaque normale est compris entre 60 et 100 battements par minute ,en dessous de cette valeur ,le patient est en « bradycardie ».au-dessus de cette valeur ,le patient est en « tachycardie »

Sur un ECG normal ,l'espace entre 2 QRS est toujours le même quel soit le moment de l'enregistrement .les intervalles R-R sont similaires et chaque cycle contient une onde P produite par le nœud sinusal toujours suivie d'un complexe QRS.

## **L'intervalle PR**

l'intervalle PR normal entre 0,12 s et 0 ,20s ,on le mesure depuis le début de l'onde P jusqu'au début du complexe QRS .



### **Une prolongation de l'intervalle PR**

Une prolongation de l'intervalle PR supérieure à 0,20 permet de diagnostiquer un bloc AV du premier degré .



**Le bloc AV du 1<sup>er</sup> degré** est le moins sévère des blocs atrio-ventriculaires .Lors d'un bloc AV de ce type ,il existe un retard dans la conduction de l'impulsion lors de son passage depuis les oreillettes jusqu'aux ventricules ce qui comporte que le stimulus mette plus de temps à provoquer la dépolarisation ventriculaire .Le trouble de la conduction se trouve normalement ,au niveau du nœud atrio-ventriculaire et plus rarement au niveau du système His-Purkinje.

## **Un intervalle PR court**

Un intervalle PR court permet de diagnostiquer un syndrome de Wolff-Parkinson-White.



**Le syndrome de Wolff-Parkinson-White** décrit la présence d'une voie de conduction accessoire unissant les oreillettes aux ventricules associée à des tableaux de tachyarythmies .la découverte de signes .

## **L'intervalle QT**

L'intervalle QT se mesure depuis le début du complexe QRS jusqu'à la fin de l'onde T. Il représente la durée de la systole électrique ventriculaire.



## Prolongation de l'intervalle QT

La prolongation de l'intervalle QT peut être causée par diverses altérations génétiques ou par le syndrome du QT long acquis. Le syndrome du QT long acquis est plus répandu que sa forme congénitale.



### Les causes de syndrome du QT long :

Médicaments /Hypertrophie du ventricule gauche/Ischémie myocardique/Altérations électrolytiques/Acidocétose diabétique /Anorexie nerveuse ou boulimie/Maladie liée à la thyroïde.

**Le syndrome du QT long SQTL** (est une anomalie du système électrique du cœur et il est un type d'arythmie) acquis peut être causé par certains médicaments. Plus de 100 médicaments différents peuvent allonger l'intervalle QT (syndrome du QT long induit par les médicaments). Certains d'entre eux sont des médicaments communs, parmi eux figurent les antihistaminiques et les décongestionnans ,les diurétiques ,les antibiotiques, les anti arythmiques ,les antidépresseurs et les antipsychotiques ,les médicaments contre le cholestérol et le diabète

**Les déséquilibres électrolytiques**, comme un faible taux de potassium dans le corps (hypokaliémie), peuvent également provoquer le syndrome du QT long acquis.

- **Hypertrophie** :les parois du cœur s'épaissent ,ce qui rend le cœur moins efficace L'hypertrophie ventriculaire gauche HVG consiste en l'épaississement du muscle de la cavité inférieure (ventricule)gauche du cœur ,soit la principale cavité pompant le sang. elle peut être causée par l'hypertension artérielle ou une sténose aortique.

-**L'ischémie myocardique** est une maladie cardiaque qui correspond à un manque d'oxygénation du muscle cardiaque ,résultant d'un problème de l'artère coronaire.

-**L'acidocétose diabétique** est une complication aigüe du diabète qui consiste en une élévation de l'acidité du sang liée à l'accumulation de substances toxiques .Elle est la conséquence d'une concentration d'insuline trop faible dans le sang.

-**L'anorexie mentale** est un trouble du comportement alimentaire à la recherche de troubles de la conduction ou d'une hypokaliémie (chute du potassium à la suite de vomissements, ou d'une perturbation ionique par la prise de diurétiques et de laxatifs .

-**un diurétique** est une substance qui augmente la production d'urine .ce terme désigne le plus souvent une classe de médicaments principalement utilisés en cardiologie ou en néphrologie .

### **Intervalle QT court de 280 ms**



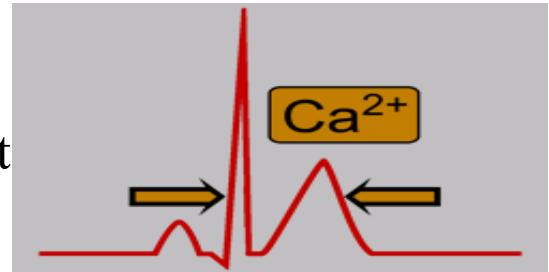
### **Les causes à l'origine d'un intervalle QT court :**

Syndrome du QT court

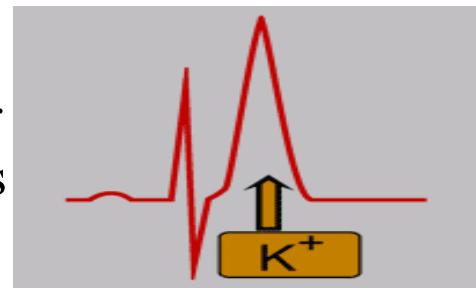
congénital/Hypercalcémie/Hyperkaliémie/Effet d'un traitement à base de digoxine/Syndrome de fatigue chronique, atropine, hyperthermie, catécholamine.

-**Syndrome du QT court congénital** est une canalopathie cardiaque héréditaire caractérisée par un intervalle QT anormalement court et un risque amplifié d'arythmies auriculaires et ventriculaire.

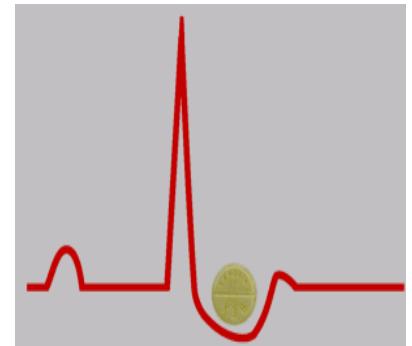
- **Hypercalcémie** se définit trop grande quantité de calcium dans le sang.



- **L'hyperkaliémie** est une maladie causée par un taux anormalement élevé de potassium dans le sang.



- **La digoxine** est le médicament le plus ancien de la médecine cardiovasculaire. La principale indication de la digoxine est de contrôler la fréquence cardiaque chez les patients souffrant de fibrillation auriculaire et d'insuffisance cardiaque. On peut également l'utiliser chez les patients en rythme sinusal associé à une insuffisance cardiaque symptomatique.



- **L'hyperthermie** correspond à une élévation de la température corporelle au-dessus des valeurs normales. Elle est souvent caractérisée par une température supérieure à  $40^\circ\text{C}$ .

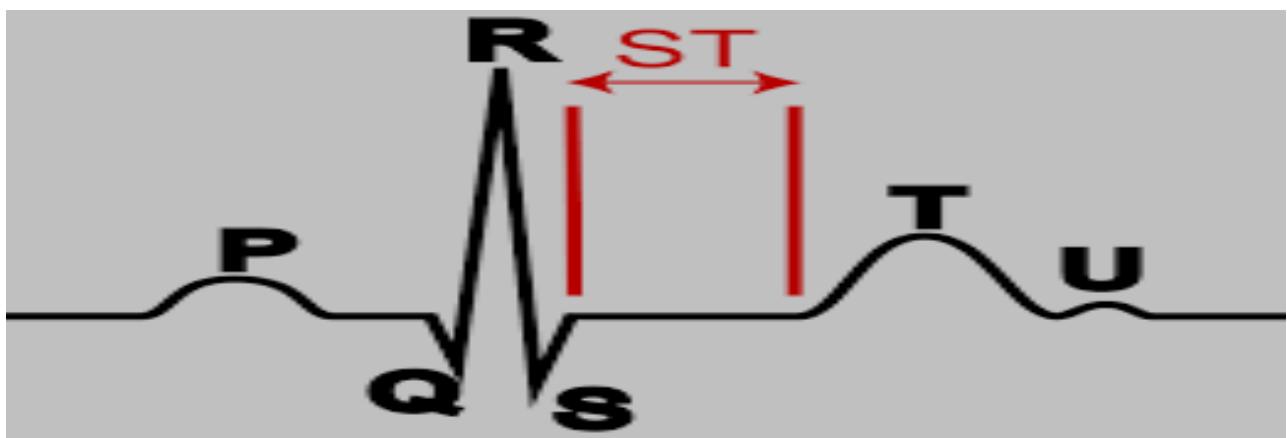
- **Atropine** appartient à un groupe de médicaments appelé les anticholinergiques. Un anticholinergique est une substance qui bloque le neurotransmetteur acétylcholine dans le système nerveux central et périphérique. Il est utilisé en cas d'urgence lorsque le cœur bat trop lentement, ou bien dans le cadre d'une prémédication avant une anesthésie générale.

-**Les catécholamines** sont des hormones libérées dans la circulation sanguine en présence d'un stress psychologique ou physique. Les catécholamines les plus connues sont l'adrénaline (épinéphrine), la noradrénaline (norépinephrine) et la dopamine

-**Le syndrome de fatigue** chronique se caractérise par une fatigue persistante et inexplicable qui dure malgré les efforts de la personne atteinte. Considérée comme une maladie neurologique, elle apparaît souvent de façon soudaine, entraînant une détérioration rapide et importante de la santé.

## **Segment ST 0.5mm**

Le segment ST représente le début de la repolarisation ventriculaire et correspond à la phase de repolarisation lente en ‘plateau’ des myocytes ventriculaires. Il est normalement isoélectrique et se mesure depuis la fin du complexe QRS jusqu’au début de l’onde T.



## L'élévation du segment ST

L'élévation aiguë du segment ST dans l'électrocardiogramme est un des signes se manifestant le plus tôt dans l'infarctus aigu du myocarde, elle est généralement liée à l'occlusion aiguë et complète d'une artère coronaire.

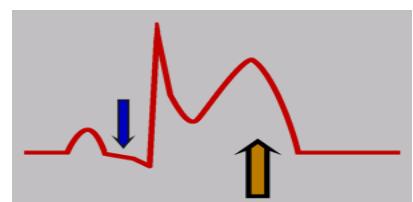


L'infarctus du myocarde ou crise cardiaque correspond à la destruction d'une partie du muscle du cœur, quand celui-ci n'est plus suffisamment approvisionné en oxygène. Ce qui arrive lorsqu'une artère qui l'irrigue se bouche ou diminue brutalement de diamètre.

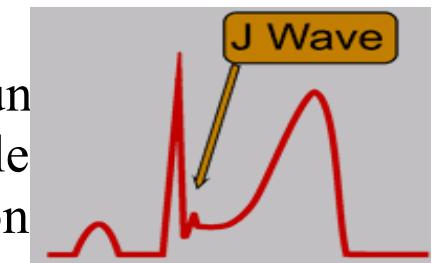
Ceci se produit par exemple lorsqu'un fragment de plaque de graisses se détache de la paroi interne d'un vaisseau sanguin et vient encombrer une artère du cœur. Un caillot sanguin se forme alors, ce qui entraîne l'asphyxie d'une partie du cœur.

### Autres causes d'élévation du segment ST :

Péricardite aiguë désigne l'inflammation de la membrane qui enveloppe le cœur (le péricarde).



La repolarisation précoce est un diagnostic électrocardiographique plus fréquent chez les jeunes patients sportifs de sexe masculin. Sa principale caractéristique est le sus-décalage du point d'union complexe QRS avec le segment ST (point J).



Le syndrome de Brugada est une maladie génétique responsable de troubles du rythme cardiaque à l'étage ventriculaire.



## La dépression du segment ST

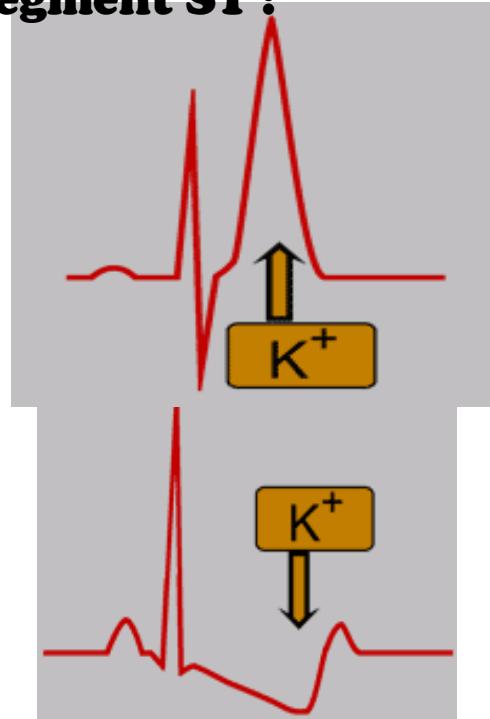
La dépression du segment ST de manière aigue est un signe de dommages cardiaques, de même que l'élévation, on le met en relation avec une occlusion incomplète d'une artère coronaire.



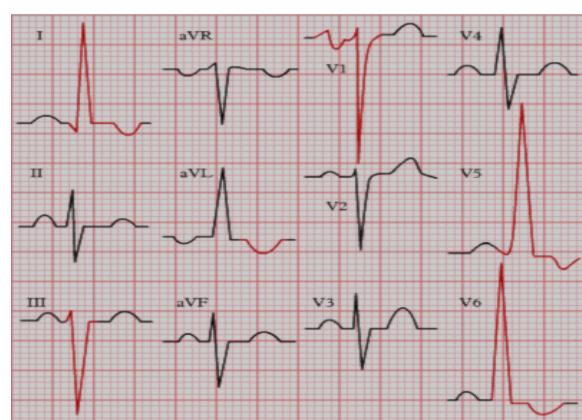
### Autres causes de dépression du segment ST :

- **L'hyperkaliémie** est l'élévation du potassium dans le sang au point qu'il excède les 5,5 mEq/L.

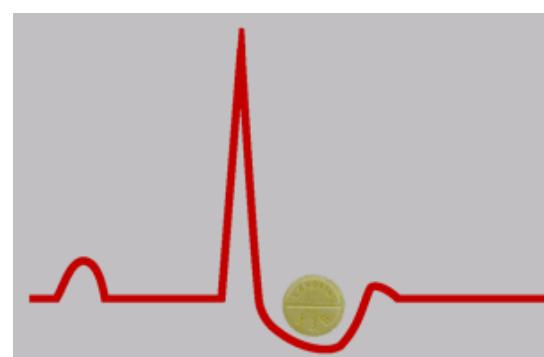
- **L'hypokaliémie** est un des troubles électrolytiques les plus fréquents dans la pratique clinique, on la définit comme la diminution plasmatique du cation potassium sous la barre des 3,5mEq/L



- **L'hypertrophie** ventriculaire gauche (HVG) correspond à une augmentation de la taille des cellules myocardiques. Cette augmentation de la taille provoque une augmentation de la masse musculaire du ventricule gauche



- **La digoxine** est un médicament le plus ancien de la médecine cardiovasculaire. L'utilisation de digitaliques dans des doses thérapeutiques génère particulièrement au niveau du segment ST et de l'onde T.



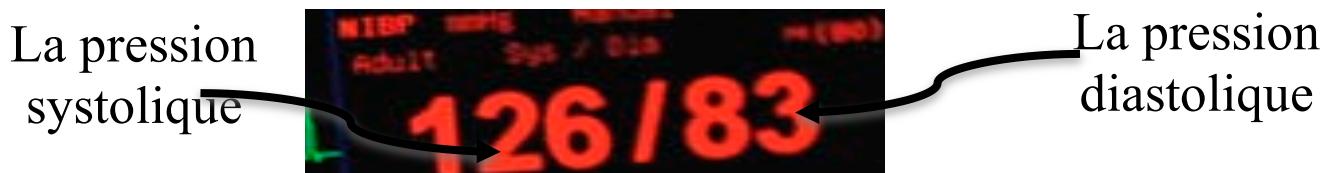
## Paramètre 2 : Pression artérielle PANI

**La tension artérielle** est la pression qui règne à l'intérieur des artères. La mise en tension des parois artérielles permet au sang de circuler correctement et de parvenir, par les artères et les vaisseaux capillaires, aux endroits les plus éloignés et les plus infimes de notre corps.

Elle est exprimée par deux valeurs :

**La pression systolique** est la valeur de la pression dans l'artère au moment où le cœur se contracte(systole).

**La pression diastolique** est la valeur de la pression dans l'artère lorsque le cœur est au relâchement (diastole).



## Le brassard de PANI

**Le brassard de PANI** (pression artérielle non invasive) est un capteur pneumatique qui se place sur le bras du patient et permet de surveiller de façon discontinue la pression artérielle non invasive.



## Positionnement du brassard

Positionner correctement le brassard autour de son propre bras, repère du capteur sur l'artère. Il doit être placer à une distance de 2 à 5 cm au-dessus du pli du coude ou de 5 à 10 cm au-dessus du pli du genou, adapter la taille du brassard à la taille du bras du patient.



Brassard trop petit : risque de surestimation de la PA.  
Brassard trop grand : risque de sous-estimation de la PA.

Brassard n'est pas assez serré : risque d'identifier un hypertendu qui ne l'est pas.

## Les valeurs de la pression artérielle

On considère généralement qu'une tension normale, au repos, et comprise entre 90/60mmHg et 130/80mmHg. En dessous de 90 mmHg de pression systolique ou de 60 mmHg de pression diastolique, on est donc en présence d'une **hypotension**. Des valeurs plus élevées suggèrent une **hypertension** potentiellement dangereuse pour la santé, des valeurs allant jusqu'à 159/99 indiquent une hypertension légère, des valeurs supérieures à 180/110 une hypertension sévère.

# **Hypotension**

L'hypotension est une pression artérielle plus basse que la normale

Le corps dispose de plusieurs détecteurs de la pression artérielle (barorécepteurs) situés notamment près des artères carotides (grosses artères du cou) et du cœur. Quand ces récepteurs perçoivent un changement de pression, par exemple lorsque l'on se met debout et que davantage de sang gagne les jambes, ils envoient cette information par des nerfs jusqu'au cerveau.

Celui-ci, en retour, va adapter la pression à cette nouvelle situation en contractant les fibres musculaires des parois des vaisseaux dans les membres (par le biais de nerfs du système nerveux autonome, qui fonctionne de manière automatique).

Le cerveau contrôle aussi, indirectement, la production d'hormones qui influencent la pression artérielle

Ces hormones vont interagir avec les reins, eux-mêmes impliqués dans la régulation du volume de sang qui circule et par conséquent de la pression artérielle

Des dysfonctionnements à l'un ou l'autre de ces endroits peuvent être à l'origine d'une hypotension : une atteinte des barorécepteurs (due par exemple diabète, une insuffisance rénale...)

Un dysfonctionnement des glandes produisant les hormones qui agissent sur les reins ou une perturbation des signaux envoyés par le cerveau à ces glandes

## Hypertension

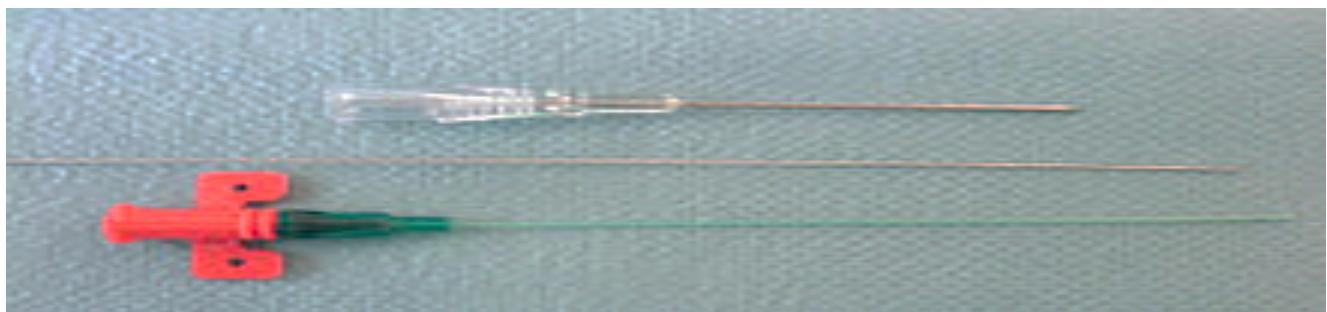
On parle d'hypertension artérielle quand la pression du sang dans les artères est trop élevée. Dans plus de 95 % des cas, l'origine de l'hypertension n'est pas identifiée. En revanche, les facteurs qui aggravent l'hypertension artérielle sont connus : le stress, le tabac, l'obésité, l'inactivité physique, une trop grande consommation de sel

De plus, certains médicaments ou substances peuvent favoriser ou aggraver une hypertension artérielle ou encore déséquilibrer une hypertension traitée : estrogènes, vasoconstricteurs nasaux, anti-inflammatoires non stéroïdiens.

Si **la pression artérielle** est prise par le brassard on n'a pas de tracé on a juste deux valeurs numériques. Le tracé est lié aux cathéters artériels.

## **Le cathéter artériel**

**Le cathéter** est un dispositif médical consistant en un tube, de largeur et de souplesse variables. Il est un outil fondamental de la gestion du patient de réanimation puisqu'il permet une surveillance continue de la pression artérielle invasive et la réalisation de bilans sanguins sans avoir à réaliser de nouvelles fonctions vasculaires.



**Le cathéter artériel** est inséré dans une artère périphérique ou centrale. Un capteur de pression (fréquemment appelé tête de pression) est relié à ce cathéter à l'aide d'une tubulure. Il permet de transformer en influx électrique les variations de pression lors de contractions cardiaques et ainsi de créer une courbe sur le moniteur.

## **Une tubulure**



# **Le capteur de pression**

Le capteur de pression est composé de deux parties :

Une partie électrique composée de résistances qui va transformer les impulsions mécaniques en signaux électriques permettant le tracé d'une courbe



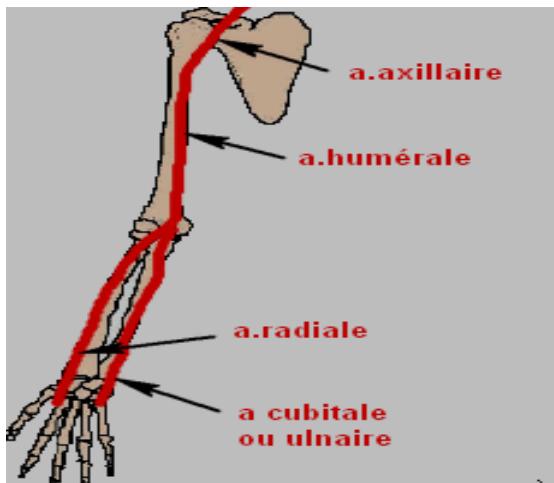
Une partie mécanique qui est une chambre remplie de soluté physiologique isotonique reliée au cathéter artériel par une tubulure également remplie de soluté physiologique isotonique.



## **Types de cathéters**

### **1-Le cathéter artériel radial**

La voie radiale est choisie majoritairement pour le cathétérisme artériel car il s'agit d'une artère superficielle, ayant un réseau vasculaire collatéral.



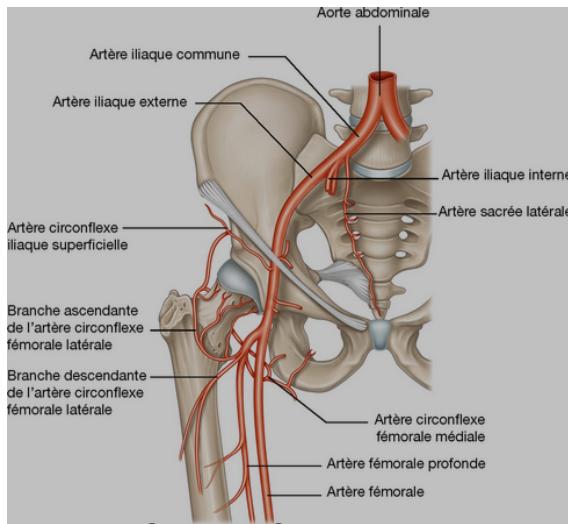
**Artère radiale**



**Cathéter radial**

## **2-Cathéter artériel fémoral**

La voie fémorale est privilégiée dans les situations d'urgence. Le diamètre de l'artère fémorale facilite sa ponction malgré sa situation plus profonde.



**Artère fémorale**

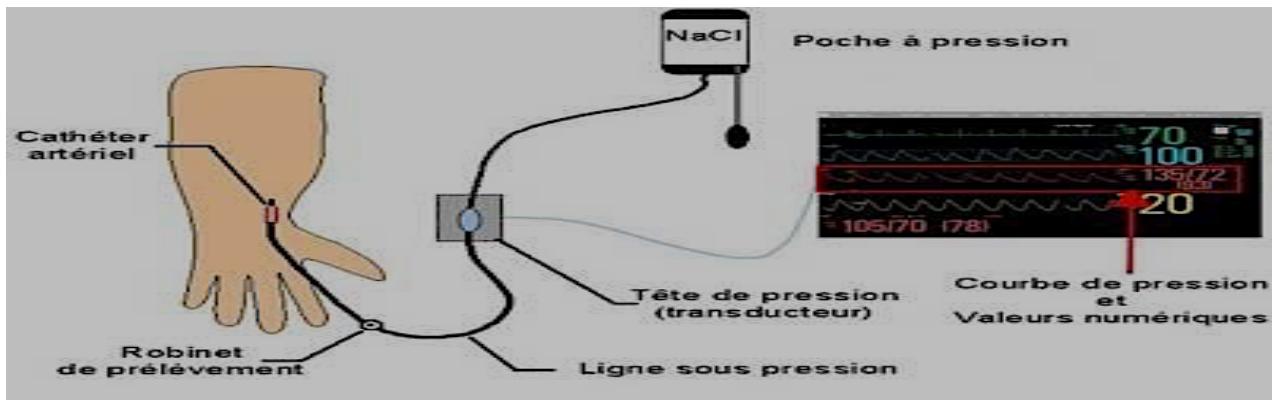


**Cathéter fémoral**

## **La pose d'un cathéter**

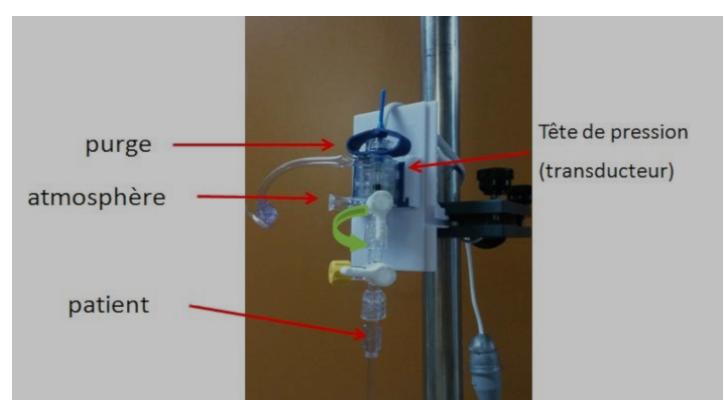
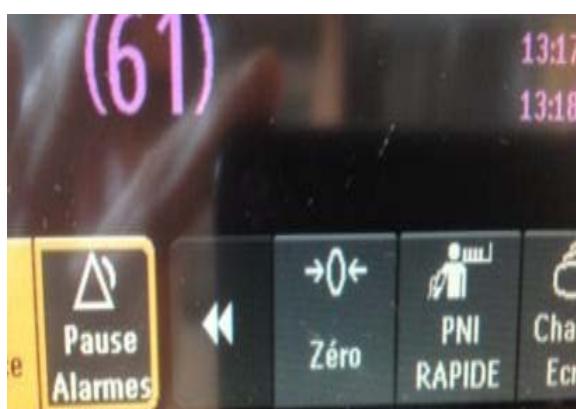
Cette technique s'effectue sous anesthésie locale ou générale, au lit du patient, par un médecin du service de réanimation. Une désinfection soigneuse de la peau est effectuée. Le médecin effectue une friction antiseptique des mains et un habillage de type chirurgical. À l'aide d'une ponction à travers la peau, un guide métallique est introduit dans une artère, il ne doit pas rencontrer de résistance lors de son avancé, permettant le positionnement du cathéter. Les artères utilisables se situent au niveau du poignet ou de la cuisse. Une tubulure dédiée comportant une tête de pression est alors préparée, elle est connectée à une poche de haine Acl 0.9%, la tirette bleue de la cellule de pression à fin d'éliminer un maximum de bulles d'air.

Le système peut alors être connecter au scope a fin de vérifier que le cathéter est bien positionné dans une artère et non une veine. Une fois l'apparition d'une courbe de pression artérielle invasive obtenu il faut fixer le système.

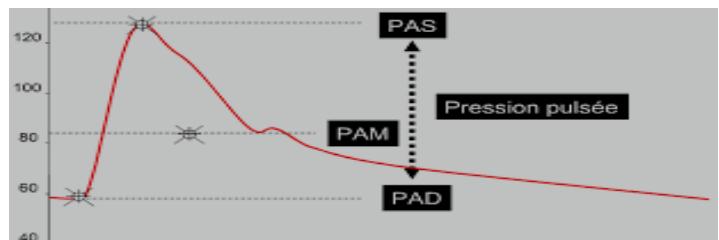
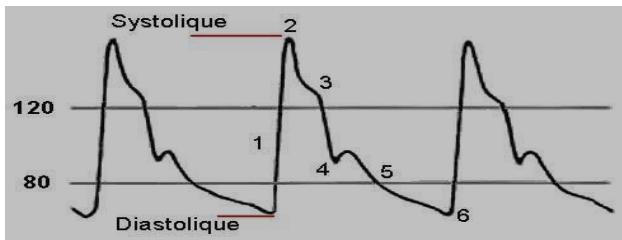


## La mise à zéro

Une mise à zéro doit être réalisée lors de la pose du cathéter artériel ou lors de toute déconnexion ou manipulation nécessitant sa réinitialisation. La mise à zéro se fait en mettant en communication la cellule de pression transducteur à la pression atmosphérique en suivant les flèches du robinet de la cellule il suffit alors de faire le 0 sur le scope, la courbe plate doit alors indiquer 0. La cellule de pression doit être positionnée à la même hauteur que le cœur. En tournant le robinet il est possible de récupérer la courbe de pression artérielle.



# La courbe de la pression artérielle



C'est une courbe de pression artérielle sanglante (pression artérielle invasive), que vous pouvez voir dès que vous mettez un cathéter artériel. De cette courbe vous pouvez lire 4 pressions artérielles.

## Pression artérielle moyenne (PAM)

C'est une pression théorique, équivalente à celle qui assurerait un débit de sang dans l'organisme identique tout au long des cycles cardiaques Ses principaux déterminants sont :

**Le débit cardiaque**, dépendant de la fréquence du cœur (rythme cardiaque).

**Les résistances vasculaires** (déterminées par le nombre, le calibre et le degré d'élasticité des petites artères et artéioles).

PAM=résistance vasculaire \* débit cardiaque

La pression artérielle moyenne peut être obtenue grâce à une mesure en fonction du temps. Lorsque ceci n'est pas possible on peut estimer celle-ci grâce à **la formule de Lian**.

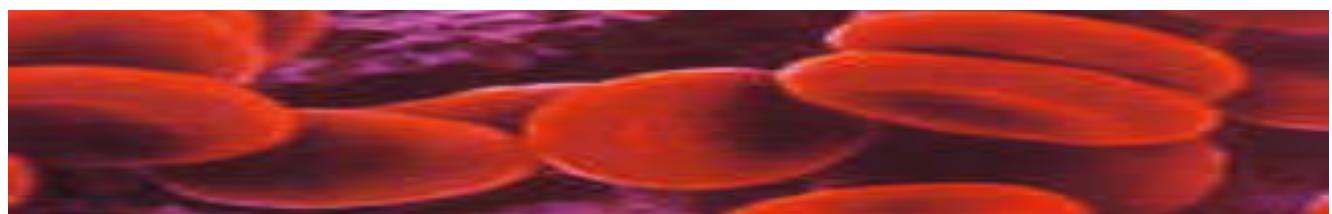
$$\text{PAM} = (\text{PAS} + 2 \times \text{PAD}) / 3$$

## La pression pulsée (pp)

C'est la différence entre la PAS et la PAD. Elle déterminée par les propriétés viscoélastiques des parois artérielles de gros et moyen calibre qui réfléchissent les ondes dues au débit sanguin éjecté pendant la contraction du cœur.

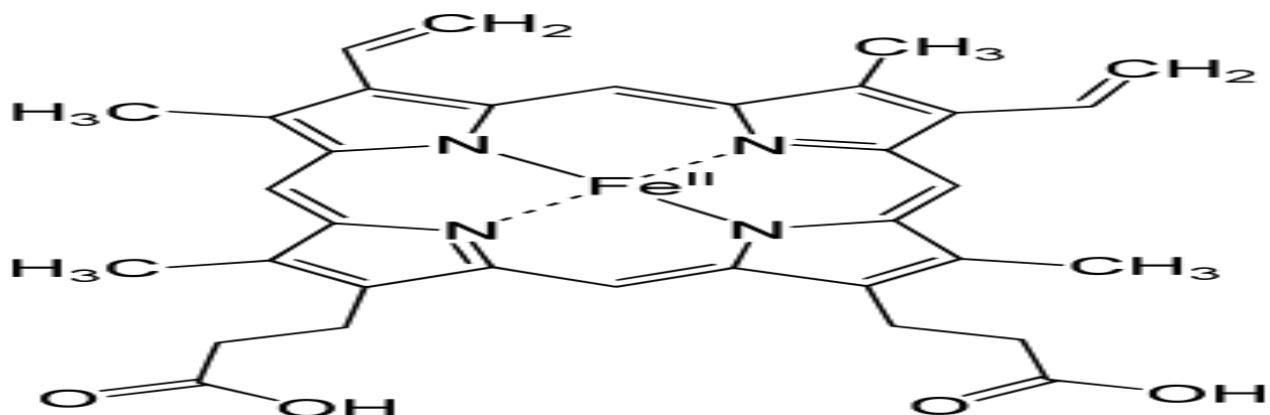
### Paramètre 3 : La saturation pulsée en O<sub>2</sub>

Le corps humain a besoin d'oxygène afin d'assurer son fonctionnement normal. Il faut avoir un bon système d'échange pour que les cellules reçoivent l'oxygène et il faut également un système de transport pour l'amener à un bon port. Ce rôle de transport est dévolu aux **globules rouges**, qui représentent les éléments les plus nombreux dans le plasma sanguin. Ils sont composés à 33% par une protéine appelée hémoglobine.



## Hémoglobine

L'**hémoglobine** porte quatre atomes de fer, qui peuvent chacun se lier à une molécule d'oxygène. Lorsque l'oxygène se lie au fer, le globule rouge est chargé en oxygène, on parle d'oxyhémoglobine (oxygène +hémoglobine). Une fois que la livraison d'oxygène a été effectuée aux tissus, le globule rouge est quasi déchargé de son oxygène et on parle alors de désoxyhémoglobine (HHb).



## **La saturation en oxygène SpO<sub>2</sub>**

La saturation en oxygène (SpO<sub>2</sub>), correspond au taux d'oxygène contenu dans les globules rouges après leur passage dans les poumons. Plus simplement, elle représente la quantité d'hémoglobine oxygénée dans le sang.

$$\text{SpO}_2 = \frac{\text{CHbO}_2}{\text{CHb}}$$

La CHbO<sub>2</sub> étant la concentration sanguine en oxyhémoglobine et la CHb est la concentration totale d'hémoglobine.

## **Un capteur de SpO<sub>2</sub>**

Un capteur de mesure de la saturation en oxygène destiné à être utilisé avec les moniteurs multi paramètres. Il se place sur un doigt (index, majeur ou annulaire) et doit être adapté à la taille du patient. La sonde est munie d'une petite lumière rouge d'un côté et d'un détecteur de l'autre côté (mesurer la quantité d'oxygène dans le sang).

Capteur SpO<sub>2</sub> disponible en deux modèles :

Sonde SpO<sub>2</sub> pédiatrique

Sonde SpO<sub>2</sub> adulte



**Capteur pédiatrique**



**Capteur adulte**

# **Taux de saturation en oxygène**

La SpO<sub>2</sub> est normale entre 95 et 100% et elle est insuffisante en dessous de 95%.

Une SpO<sub>2</sub> à 98% signifie que chaque globule rouge est chargé à 98% d'oxyhémoglobine et de 2% de désoxyhémoglobine.

En-dessous de 95%, le taux est insuffisant : on parle **d'hypoxémie** (baisse de l'oxygénation).

En-dessous de 90%, la situation est critique : on parle de désaturation.

Taux de saturation en oxygène élevé, on parle d'hyperoxémie.

## **Hypoxémie**

**Hypoxémie** est un manque d'oxygène dans le sang. Elle conduit à un défaut d'oxygénation des cellules de l'organisme. Les causes d'hypoxémie sont nombreuses et regroupent toutes les pathologies qui peuvent entraîner une mauvaise oxygénation. Parmi les principales, on retrouve : Les maladies pulmonaires, les problèmes cardiaques, les syndromes septiques, les infections.

## **Hyperoxémie**

**Hyperoxémie** quant à elle est très rare : elle n'est jamais causée par une maladie, mais généralement provoquée soit chez un plongeur en eau profonde, soit chez un patient étant sous traitement thérapeutique à l'oxygène.

## Paramètre 3 : La fréquence respiratoire

La respiration est un processus de ventilation qui assure les échanges gazeux entre l'organisme et son environnement. Elle permet d'absorber de l'oxygène et d'éliminer du gaz carbonique produit par le métabolisme. Elle est constituée par l'inspiration et l'expiration (cycle respiratoire).

### **La fréquence respiratoire FR**

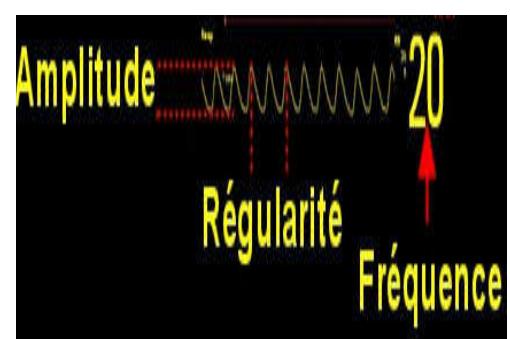
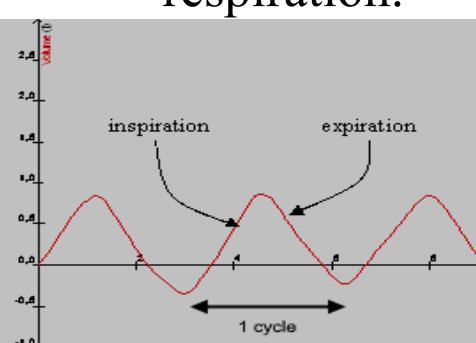
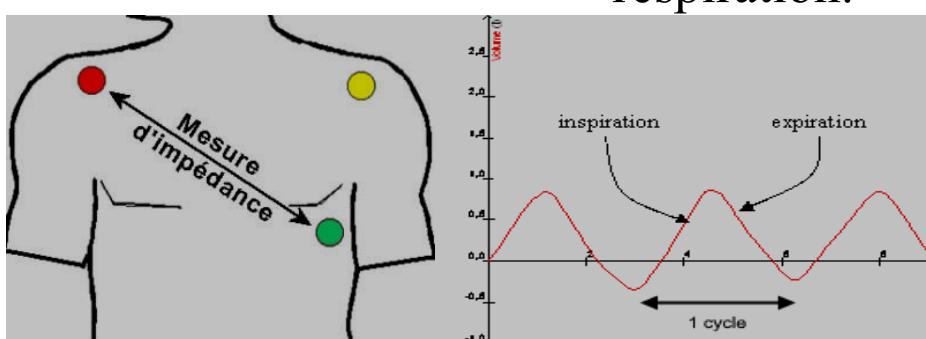
La fréquence respiratoire est le nombre d'inspiration + l'expiration (on parle aussi de cycles respiratoires). La fréquence respiratoire s'exprime en cycle par minute.

1 cycle respiratoire = 1 inspiration + 1 expiration

### **La mesure de la fréquence respiratoire**

Les moniteurs sont capables de mesurer la fréquence respiratoire en mesurant l'impédance thoracique entre deux électrodes de l'ECG.

Lorsque le volume du thorax varie pendant les cycles respiratoires, l'impédance change. Ce changement d'impédance est objectivé par une courbe respiratoire. L'observation de cette courbe permet de déterminer l'amplitude (hauteur de la sinusoïde) et régularité de la respiration.



## **L'impédance thoracique**

L'impédance thoracique dépend de la taille des électrodes, de la pression à l'interface électrodes-peau, de la phase respiratoire et d'autres facteurs. Chez l'adulte, l'impédance thoracique est estimée en moyenne à 75

## **La fréquence respiratoire**

Fréquence respiratoire normale d'un adulte se situe entre 12 et 20, et 20 à 30 cycles par minutes chez l'enfant.

Fréquence ralentie : moins ou égale 12

Fréquence accélérée : 20 et plus

## **La tachypnée**

La tachypnée désigne une augmentation de la fréquence respiratoire. Elle se traduit par une respiration rapide avec une hausse du nombre de cycles respiratoires (inspiration et expiration) par minute.

## **La bradypnée**

La bradypnée est formée de deux mots : Brady et pnée signifient respectivement, ralenti et ventilation. C'est dans une situation de bradypnée qu'on observa des mouvements respiratoires inférieurs ou égale 12

## Paramètre 4 : Température TEMP

La prise en charge du paramètre thermique est importante pour plusieurs raisons : cela permet d'améliorer les résultats de traitement, de réduire le nombre de complications qui peuvent mettre le malade en danger, d'améliorer la sensation de bien-être du patient, et d'assurer la sécurité de malade.

### **Les sondes de températures**

Les sondes de températures sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou de refroidissement sur leurs composants en signal électrique.

On peut monitorer en continue la température d'un patient de réanimation grâce à des sondes urinaires munies d'un capteur de température. On peut aussi insérer une sonde thermique œsophagienne ou rectale.



**Sonde urinaire  
thermométrique**



**Sonde thermique  
œsophagienne ou rectale**



**Sonde avec un  
capteur thermique**

## **La température normale**

La température normale du corps humain est de 37°C. Plus exactement, elle oscille entre 36.5 et 37.5°C.

## **L'hypothermie**

L'hypothermie correspond à une diminution de la température corporelle d'un individu est inférieure à 35°C. On compte cinq groupes plus susceptibles de souffrir d'hypothermie : Les personnes âgées, les bébés, les travailleurs en plein air, les sans-abris, les grands sportifs comme les skieurs.

## **L'hyperthermie**

L'hyperthermie se traduit par une élévation de la température du corps provoquée par une accumulation de chaleur. Elle est souvent caractérisée par une température corporelle supérieure à 40°C. L'hyperthermie est la conséquence d'une accumulation de chaleur formée à l'intérieur de l'organisme ou en provenance de l'extérieur.

## **La fièvre**

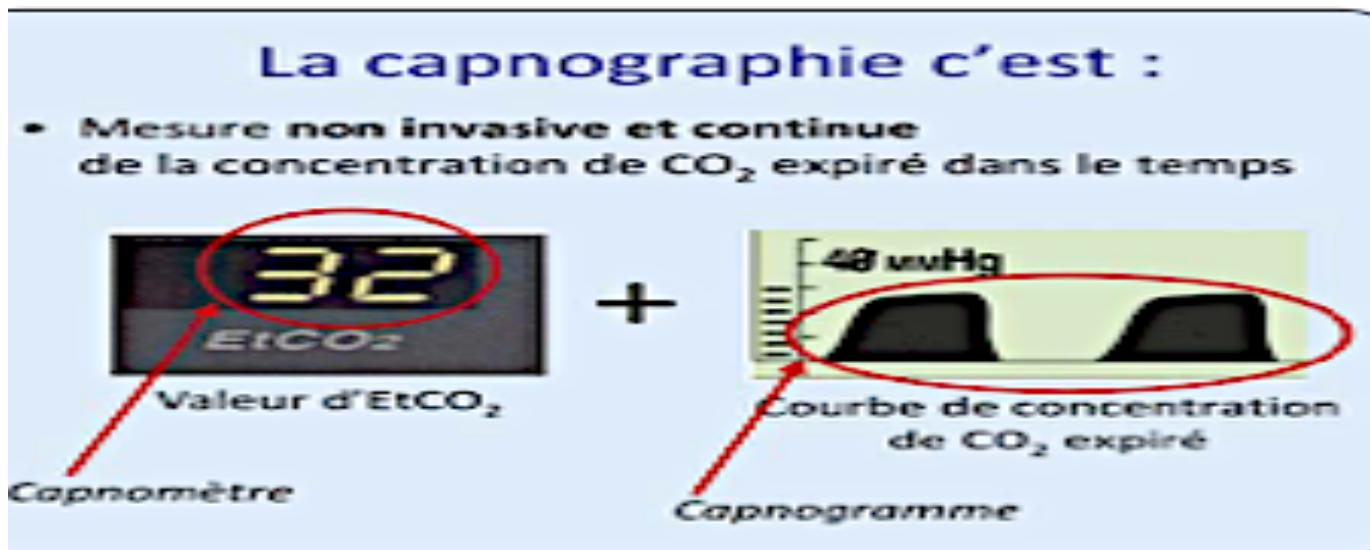
La fièvre est une élévation de la température du corps au-delà des variations normales. Le plus souvent la fièvre est due à une infection mais elle peut également être due à une tumeur maligne, à une maladie inflammatoire ou à d'autres pathologies. L'hyperthermie constitue pour sa part une élévation de la température centrale du corps due à un trouble de la thermorégulation.

## **La thermorégulation**

La thermorégulation est l'ensemble des mécanismes qui permet à un organisme ou à un système de se maintenir une température souhaitée

## Paramètre 4 : EtCO<sub>2</sub>

La capnographie est l'appareil qui permet de mesurer le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) en fin d'expiration. Il affiche les résultats sous forme graphique et numérique. Elle consiste en la mesure non invasive et continue de la concentration de CO<sub>2</sub> expiré dans le temps en affichant les valeurs d'EtCO<sub>2</sub> sur le capnomètre et la courbe de concentration de CO<sub>2</sub> expiré sur le capnogramme.

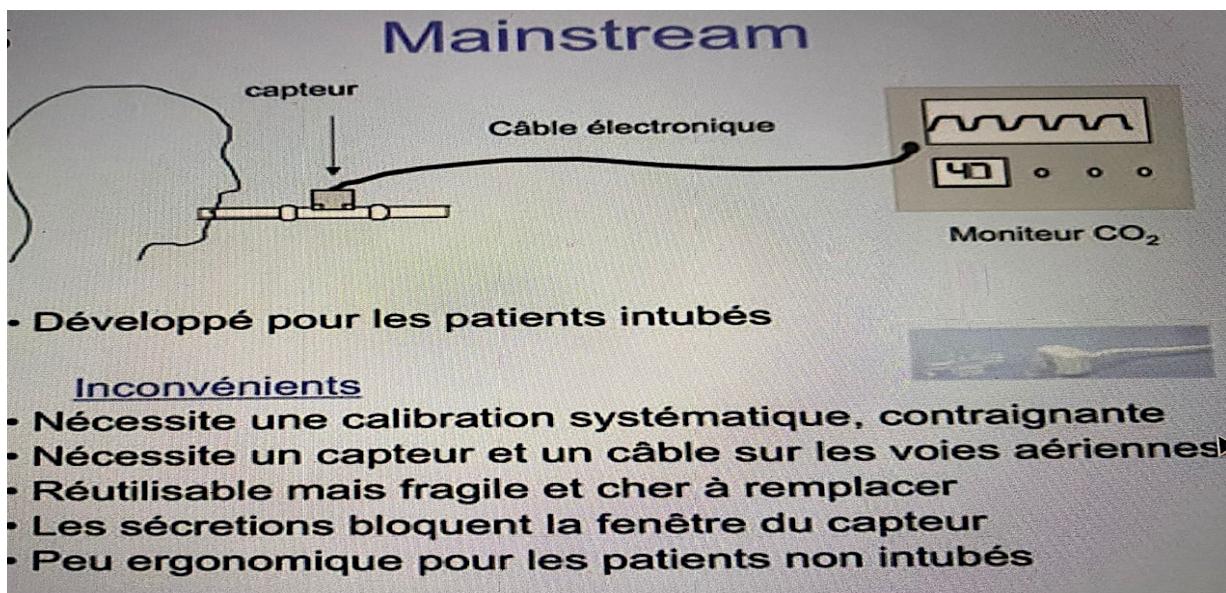


La capnogramme fournit également des informations essentielles concernant la perméabilité des voies aériennes du patient. Un capnogramme diminué ou absent peut être dû à une sonde endotrachéale déplacée, mal placée ou obstruée ; à une fuite autour du ballonnet de la sonde endotrachéale ou à une sonde débranchée de l'appareil d'anesthésie.

Il en est ainsi de la traditionnelle distinction entre la capnographie de type sidestream et mainstream. Ces deux techniques utilisent l'infrarouge comme méthode de mesure du CO<sub>2</sub>.

### **Le système mainstream**

Le système mainstream mesure le CO<sub>2</sub> directement dans une petite chambre située à la bouche du patient et reliée au moniteur un câble.



### **Le système sidestream**

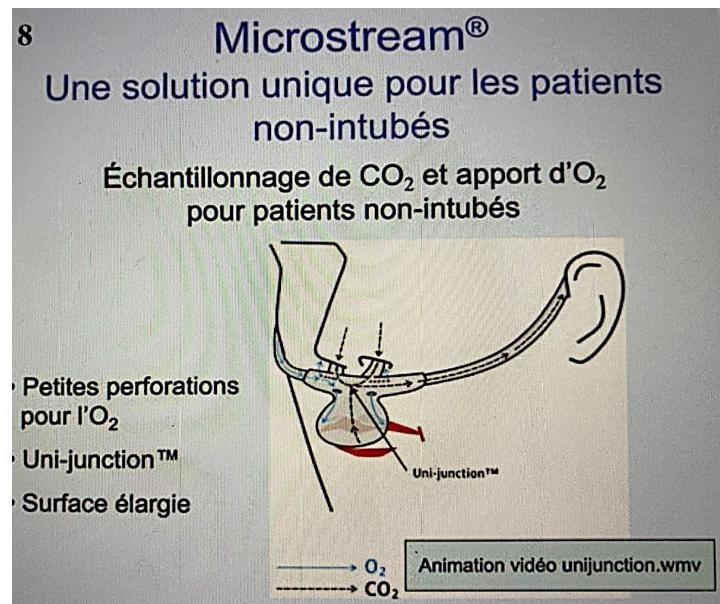
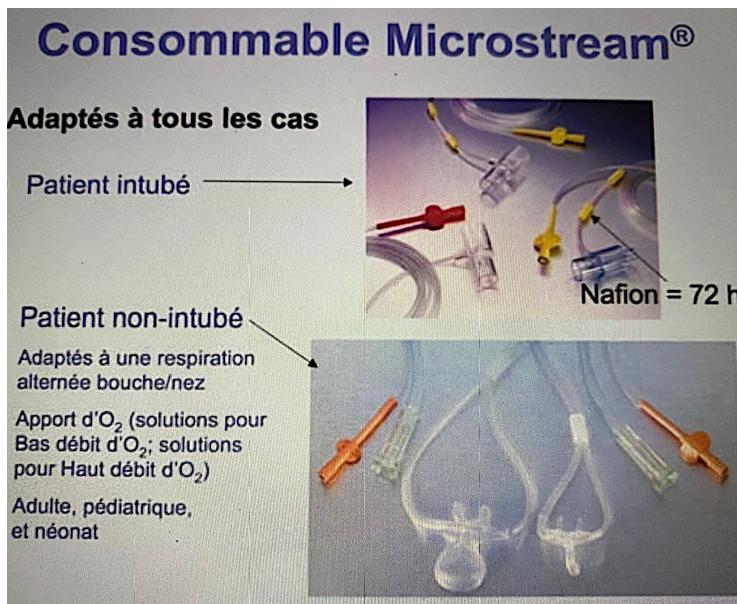
Le système sidestream transporte par une pompe aspirative le CO<sub>2</sub> de la bouche du patient vers le module de mesure du CO<sub>2</sub> situé dans le moniteur.



Le sidestream est indiqué pour les patients en respiration spontanée car le système est plus léger, alors que le mainstream plus encombrant est directement connecté au tube endotrachéal du patient intubé.

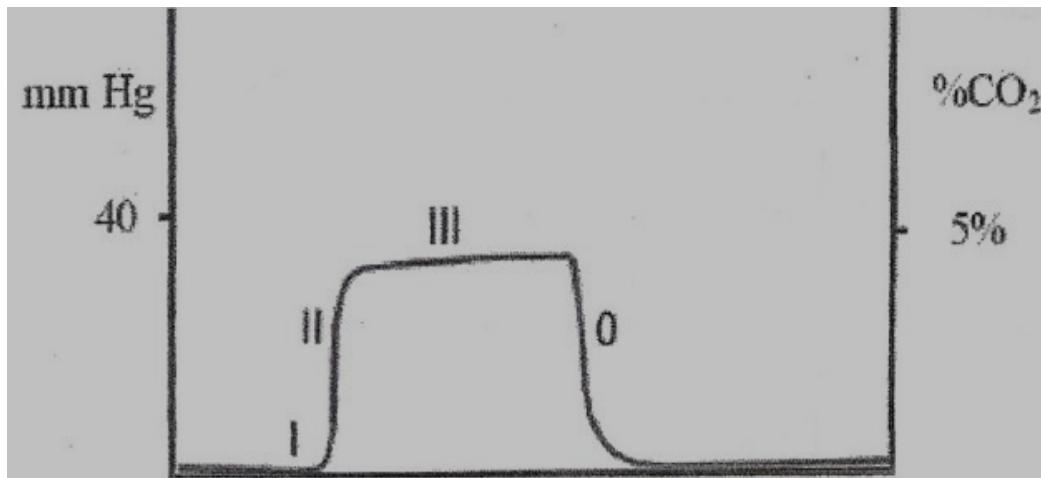
### **Le système microstream**

Le système microstream est basée sur le principe que les molécules de CO<sub>2</sub> absorbent la radiation infrarouge à une longueur d'onde spécifique. Le microstream produit un micro-rayon infrarouge correspondant précisément à la longueur d'onde du CO<sub>2</sub> et permet une mesure précise de l'absorption du rayonnement IR par les molécules de CO<sub>2</sub> en évitant le parasitage par d'autres gaz.



Le monitorage de l'EtCO<sub>2</sub> peut être utilisé comme indicateur du débit cardiaque, c'est-à-dire comme marqueur précoce de dégradation ou d'amélioration hémodynamique.

### **Capnogramme**



**Phase 1** : une ligne de base proche de zéro correspondant à l'inspiration d'air sans CO<sub>2</sub> contenu dans l'espace mort.

**Phase 2** : Montée rapide et abrupte correspondant à l'expiration d'un mélange d'air alvéolaire et de l'espace mort.

**Phase 3** : Plateau alvéolaire correspondant à l'expiration d'air principalement alvéolaire. En fin d'expiration, la concentration en CO<sub>2</sub> atteint la valeur crête du CO<sub>2</sub> expiré.

**Phase 0** : Chute rapide de la pente correspondant à l'inhalation.

## **Les valeurs du CO<sub>2</sub> expiré (EtCO<sub>2</sub>)**

**Les valeurs du CO<sub>2</sub> expiré sont de manière significative sous les 20 mmHg (ou 2,5%),**

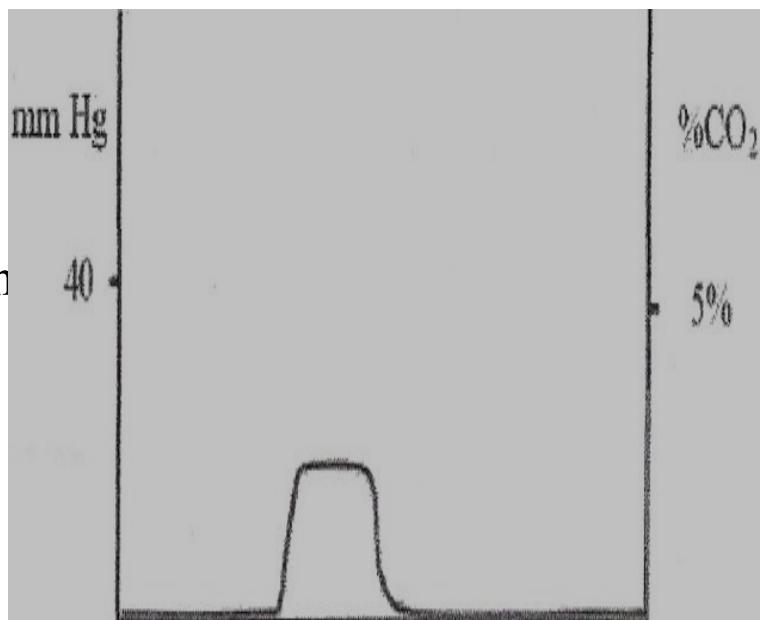
Les causes suivantes sont possibles :

Fréquence respiratoire augmentée

Respiration assistée excessive, en fréquence et en volume.

Diminution du débit cardiaque

Diminution du métabolisme (par exemple lors d'hypothermie).



**Les valeurs du CO<sub>2</sub> expiré sont de manière significative au-dessus des 50 mmHg (ou 6,5%).**

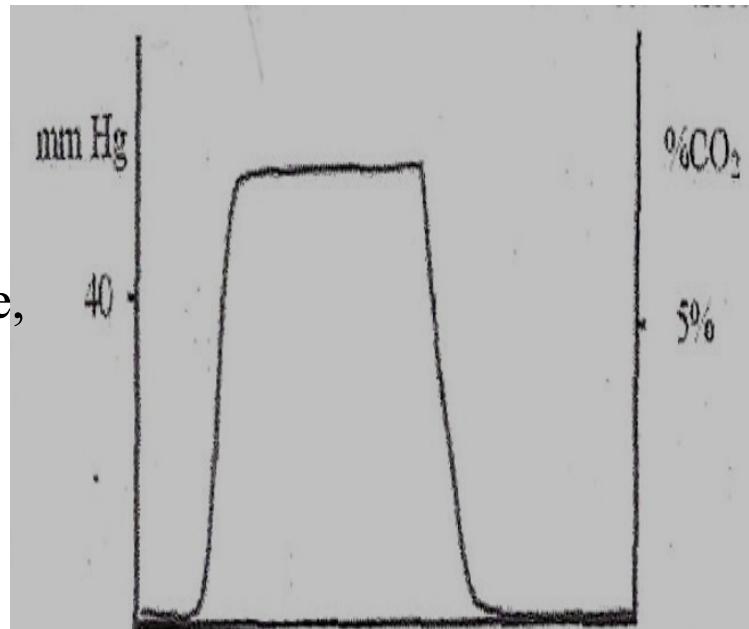
Les causes suivantes sont possibles :

Fréquence respiratoire diminuée

Ventilation assistée insuffisante, en fréquence et volume (débit)

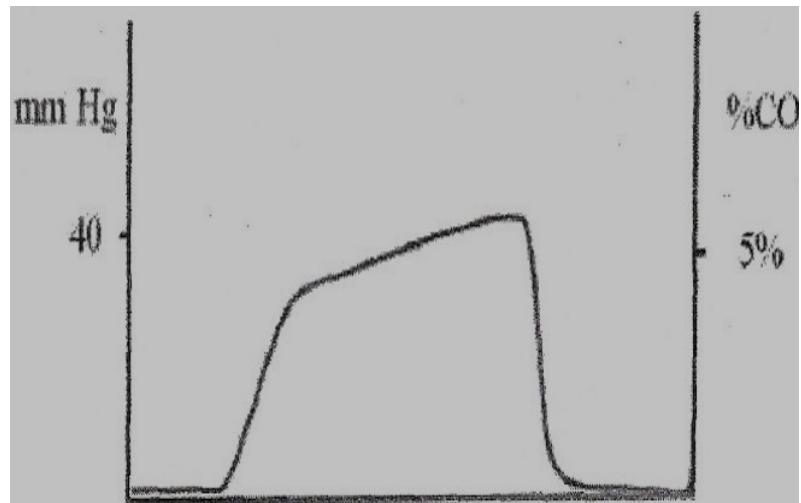
Métabolisme augmenté :

hyperthermie, tremblements.



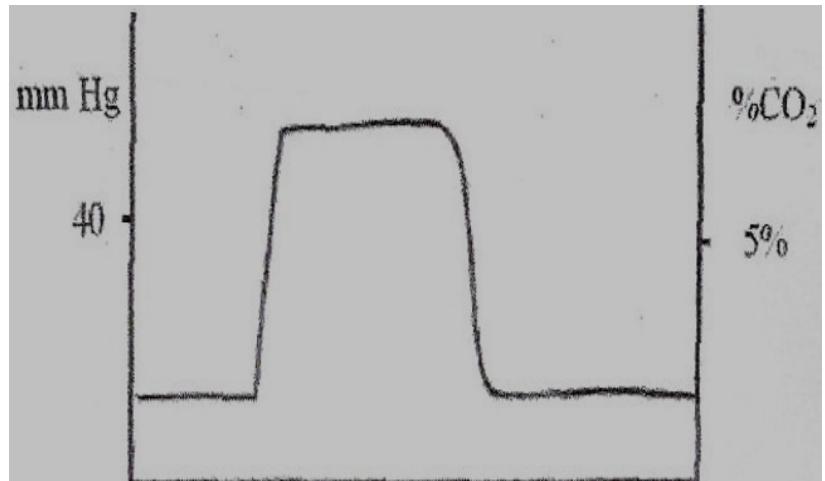
## **Augmentation de la pente des phases 2 et 3**

- Les causes possibles :
- Sonde endotrachéales obstruée ou pliée
  - Maladies bronchiques, asthme
  - Obstruction des voies respiratoires supérieures
  - Défaut de la valve expiratoire (grippage)



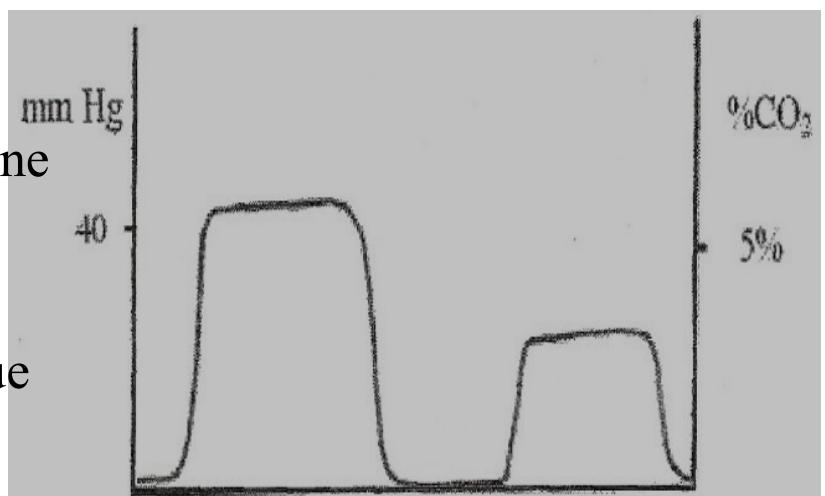
## **Élévation de la ligne de base par augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> inspiré, le EtCO<sub>2</sub> augmentera**

- Les causes possibles :
- Débit insuffisant en gaz frais dans un circuit non ré-inhalatoire
  - Espace mort excessif dans un circuit anesthésique
  - Chaux sodée saturée dans un circuit ré-inhalatoire



## **Diminution brutale de niveau du CO<sub>2</sub> expiré**

- Les causes possibles :
- Compression ou embolie d'une artère pulmonaire
  - Hémorragie brutale
  - Tamponnade cardiaque aigüe
  - Compression cardiaque



## **Les maladies bronchiques**

Les maladies bronchiques sont des affections qui ont un incident direct sur la ventilation pulmonaire. Les causes sont nombreuses, il peut s'agir d'une inflammation ou une contraction musculaire anormale, d'une obstruction par corps étranger, d'une tumeur bénigne(kyste), d'une tumeur maligne(cancer). Certaines maladies des bronches peuvent être mortelles.

## **L'embolie pulmonaire**

L'embolie pulmonaire est l'obstruction plus ou moins complète d'une artère pulmonaire, ou d'une branche de cette artère, le plus souvent par caillot sanguin.

## **Hémorragie**

# Partie II

## *RESPIRATEUR DE RÉANIMATION*



Le respirateur, en réanimation, est un dispositif médical qui aide les patients présentant des troubles respiratoires à mieux respirer. Il remplace l'effet mécanique de la respiration : inspirer, expirer.

Le principe de fonctionnement d'un respirateur, est d'aller insuffler dans la trachée et dans les bronches d'un patient, jusque dans ses poumons, un certain volume d'air et d'oxygène, de façon cyclique.

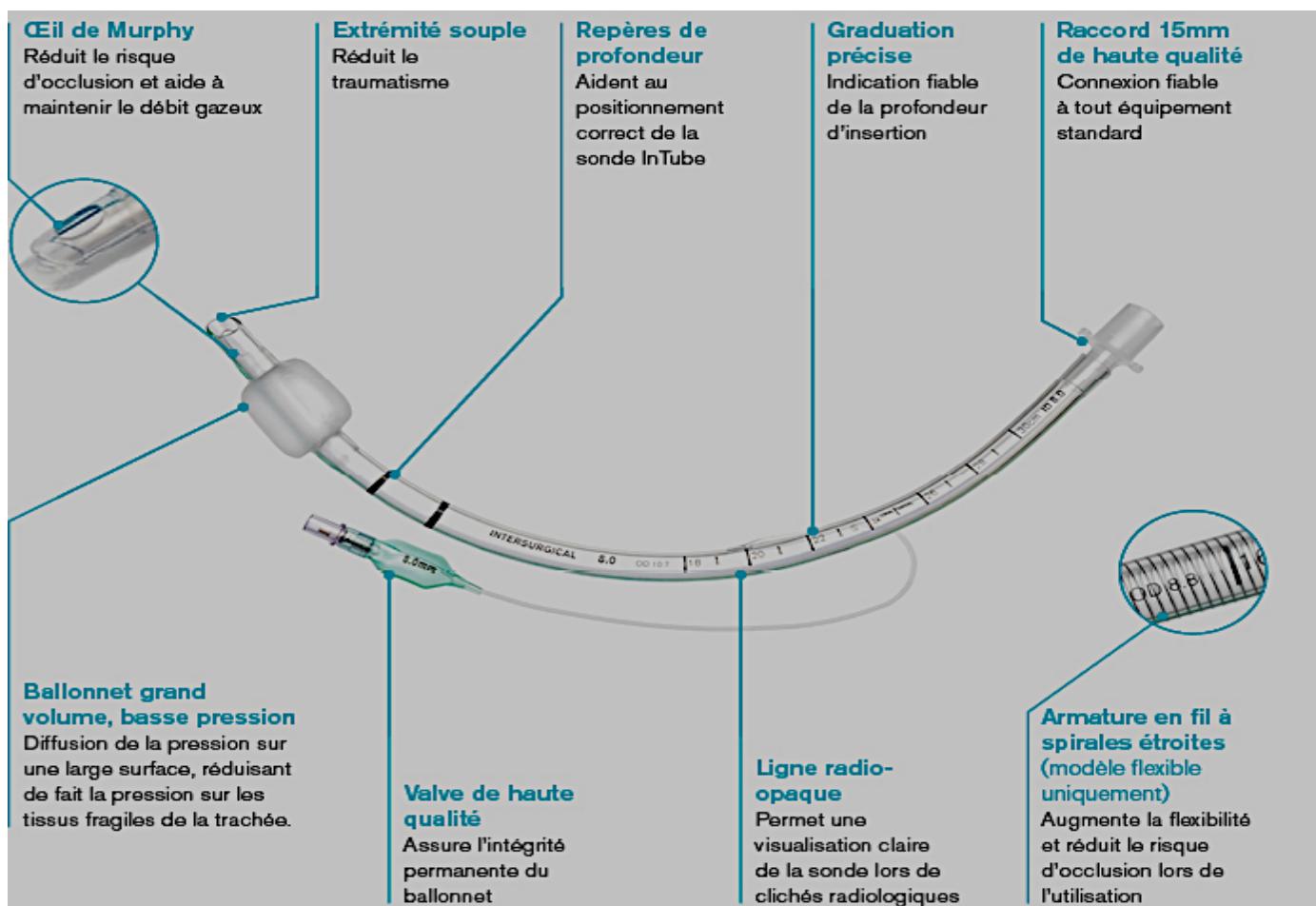
Les respirateurs artificiels peuvent être de type non invasifs (posés avec un masque sur le nez, la bouche, ou les deux) ou de type invasif avec des embouts placés dans les narines ou dans la bouche (sonde d'intubation endotrachéale ou trachéotomie).

## **La ventilation invasive mécanique**

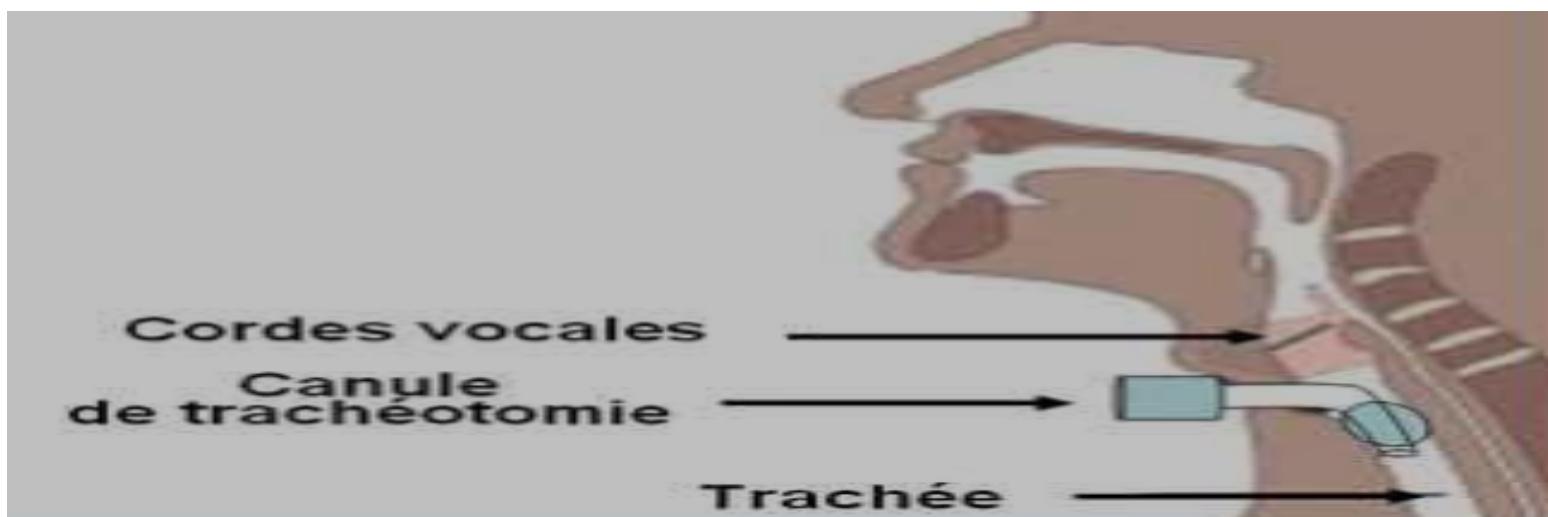
**La ventilation invasive mécanique** : Elle se fait par une interface pénétrant dans les voies aériennes par la bouche ou par la peau.

**Deux types de tube** sont utilisés pour la ventilation invasive mécanique :

**1- La canule endotrachéale** standard insérée par le nez ou la bouche, la canule endotrachéale standard assure l'étanchéité des voies aériennes lorsque le ballonnet est gonflé et étanche, et il est principalement utilisée chez les patients adultes présentant des insuffisances respiratoires aiguës. Une canule endotrachéale sans ballonnet peut être utilisée chez les patients pédiatriques.



**2- La canule de trachéostomie** insérée par une stomie, une ouverture réalisée pendant une opération chirurgicale au niveau de la trachée, la canule de trachéostomie est utilisée chez les patients nécessitant une ventilation mécanique à long terme .Elle existe avec ou sans ballonnet, les canules de trachéostomie assurent l'étanchéité des voies aériennes pour contrôler la ventilation mécanique, alors que les canules à ballonnet plaqué ou sans ballonnet peuvent être introduites lorsque le patient est plus stable.



## L'utilisation de la ventilation mécanique invasive

La ventilation invasive peut être utilisée pendant **l'insuffisance respiratoire aiguë**, le sevrage et l'insuffisance respiratoire chronique, lorsque la ventilation non invasive ne peut pas être gérée correctement, **les maladies neurologiques** (telles que la myasthénie, la sclérose latérale amyotrophique), **syndrome de Pickwick**. Elle peut également être utilisée pour maintenir les voies aériennes du patient pendant une procédure chirurgicale, comme les intubations effectuées en soins intensifs.

## **La ventilation non invasive VNI**

C'est une interface de type masque (nasal ou facial)



### ***L'utilisation de la ventilation non invasive***

La ventilation par masque ou non invasive (VNI) est utilisée dans la prise en charge des **insuffisances respiratoires aiguës (IRA), la bronchopneumopathie chronique obstructive, l'œdème pulmonaire cardiogénique et syndrome d'apnées-Hypopnées du sommeil.**

**L'insuffisance respiratoire** est un état caractérisé par un taux sanguin d'oxygène dangereusement bas ou un taux de dioxyde de carbone dans le sang dangereusement haut.

La BCPO (**bronchopneumopathie chronique obstructive**) est une maladie chronique inflammatoire des bronches. Elle se caractérise par un rétrécissement progressif et une obstruction permanente des voies aériennes et des poumons, entraînant une gêne respiratoire.

La **myasthénie** grave est une maladie auto-immune qui perturbe la communication entre les nerfs et les muscles, et qui a pour conséquence une faiblesse musculaire.

La **sclérose latérale amyotrophie** ou maladie du Charcot est une maladie neurodégénérative (sont des maladies chronique progressives qui touchent le système nerveux central) caractérisée par un affaiblissement puis une paralysie des muscles des jambes et des bras, des muscles respiratoires, ainsi que des muscles de la déglutition et de la parole.

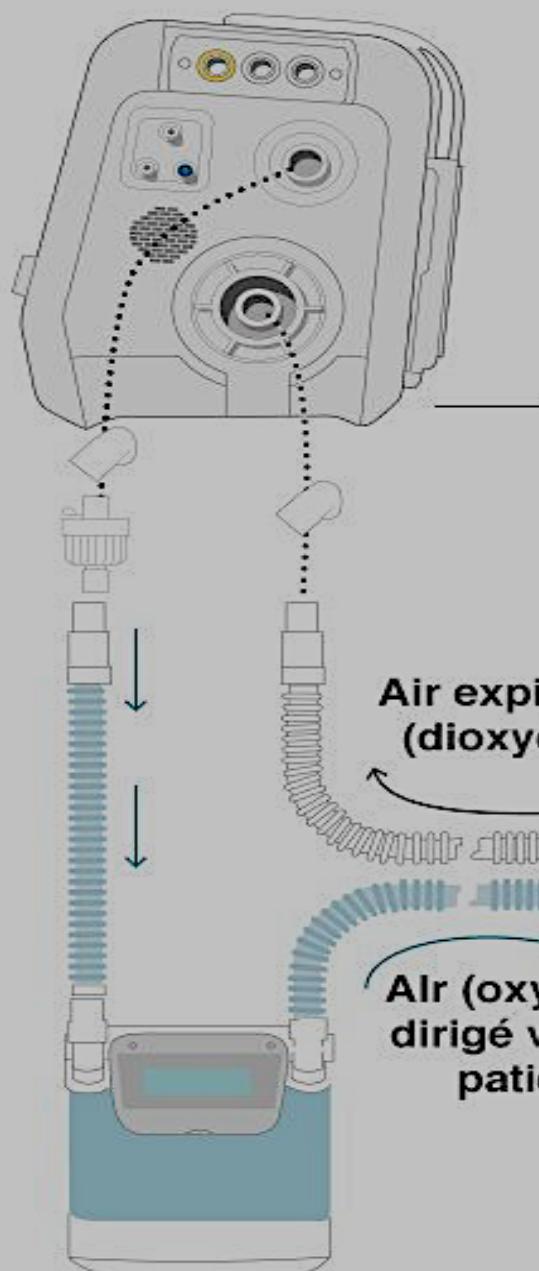
Le **syndrome de Pickwick** est une affection dans laquelle les individus obèses sont incapables de respirer assez rapidement et profondément, provoquant par conséquent un niveau faible de pression sanguine et un haut niveau de dioxyde de carbone (hypercapnie).

**L'œdème pulmonaire** est une pathologie qui touche l'appareil respiratoire. Elle est caractérisée par une accumulation de liquide dans les tissus et espaces extravasculaires pulmonaires. Le liquide peut s'infiltrer jusque dans les alvéoles.

Le **syndrome d'apnées hypopnées du sommeil** (SAHS) est un trouble d sommeil caractérisé par un arrêt du flux respiratoire(apnée) ou une diminution de ce flux(hypopnée).

# Comment marchent les respirateurs?

Deux types de respirateurs médicaux



## 1-Respirateur mécanique

**Unité de respirateur**  
contient un système de contrôle  
et de pression d'air

Tous les respirateurs ont  
besoin d'une supervision de  
près par des agents formés

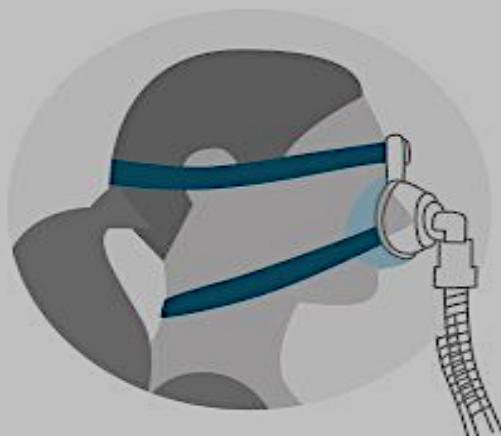


## Humidificateur

fait correspondre l'air à la  
température du corps et ajoute de  
l'humidité

## 2- Respirateur non-invasif

Un masque facial mis sur le  
nez et la bouche, pas besoin de  
tubes.



## **Le respirateur est constitué de plusieurs éléments :**

Tout d'abord d'un mélangeur : une cuve dans laquelle on fait se mélanger de l'air et de l'oxygène. Plus les poumons seront malades, plus la quantité d'oxygène sera importante. Une personne en bonne santé, lorsqu'elle respire absorbe 21% d'oxygène.

Ensuite, l'autre composante extrêmement importante du respirateur est la pièce qui permet de faire montrer en pression ce mélange gazeux, dans le but de pouvoir le propulser à l'intérieur du patient, à travers un tuyau.

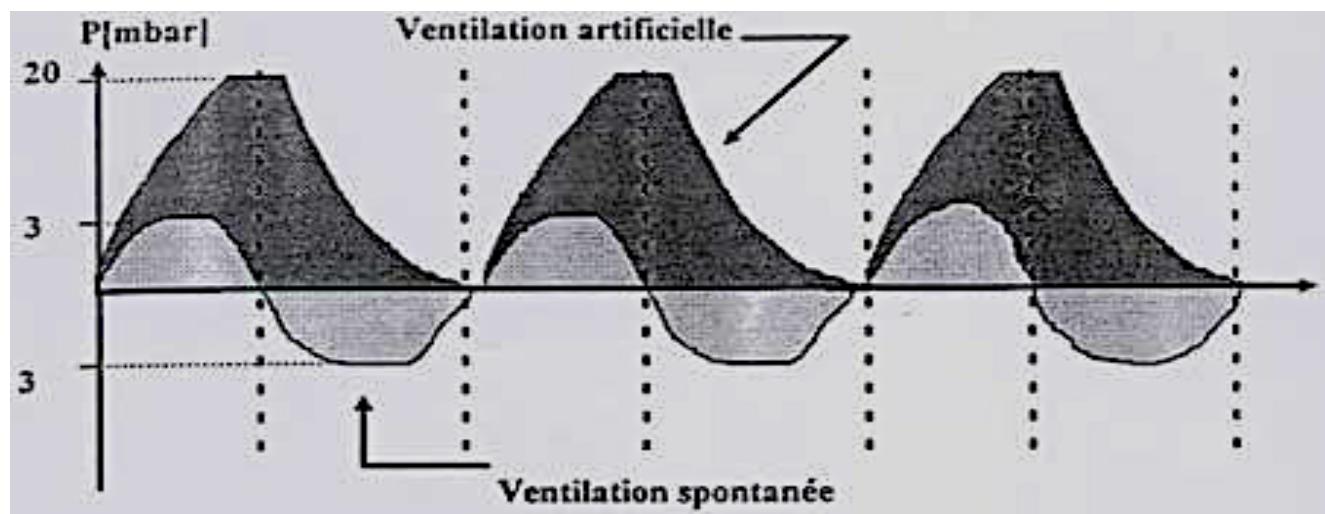
Ce respirateur est connecté au patient par une sonde d'intubation, petit morceau de tuyau qui est glissé dans la trachée du patient.

Enfin, le troisième élément fondamental du respirateur est constitué par un ensemble de capteurs. Ceux-ci permettent de bien vérifier que le mélange gazeux est envoyé à la pression adéquate, qu'il est bien délivré à la fréquence qui a été réglée, ou encore, notamment, que le mélange gazeux qui sort du patient est bien le même que celui qu'on a fait rentrer dans le patient. Il faut aussi veiller à ce que la pression qui rentre dans le patient ne soit pas trop élevée, ce qui pourrait abîmer ses poumons. Ces capteurs peuvent également détecter des fuites sur le système, ils vérifient le bon état de marche du respirateur qui doit délivrer effectivement ce mélange gazeux en toute sécurité

## La ventilation spontanée

La pression intra pulmonaire régnant au repos dans nos poumons est la pression atmosphérique c'est la référence, le zéro.

Pendant l'inspiration spontanée, la pression diminue et devient négative : un volume d'air pénètre dans les poumons. Pendant l'expiration, cette pression augmente et devient positive : ce même volume est chassé vers l'extérieur



## La ventilation artificielle ou en pression positive

Lors de la ventilation spontanée, la pression intra pulmonaire est successivement négative lors de l'inspiration, puis positive lors de l'expiration, alors qu'en ventilation artificielle, cette pression reste indifféremment positive que l'on soit en phase inspiratoire ou expiratoire : la pression moyenne est donc plus importante

## *Paramètre 1 : le volume courant Vt*

C'est le volume insufflé au malade à chaque cycle, déterminé notamment par son poids car le volume pulmonaire dépend du sexe et de la taille. La base standard de réglage est de 8-10 ml /kg. Ce qui signifie qu'un adulte de 70 kg a besoin :

$$Vt=70 \text{ kg} * 10 \text{ ml/kg} = 700 \text{ ml} = 0.7 \text{ l}$$

## *Paramètre 2 : la fréquence de répétition Fc ou Fvci*

C'est la fréquence de répétition des cycles machines (de 12 à 15 en moyenne chez l'adulte).

Si  $Fvc = 12$ , le patient recevra 12 fois par minute le Vt réglé, soit 12 fois en 60s, soit  $(60/12=5s)$  un cycle complet (insufflation + expiration) toutes les 5 secondes.

## *Paramètre 3 : la ventilation minute (VM)*

C'est le produit du volume courant par la fréquence : Si  $Vt=0.70 \text{ l}$  et  $F=10 \text{ c/min}$  alors  $VM=0.7*10=71/\text{min}$

## Paramètre 4 : Le rapport I/E

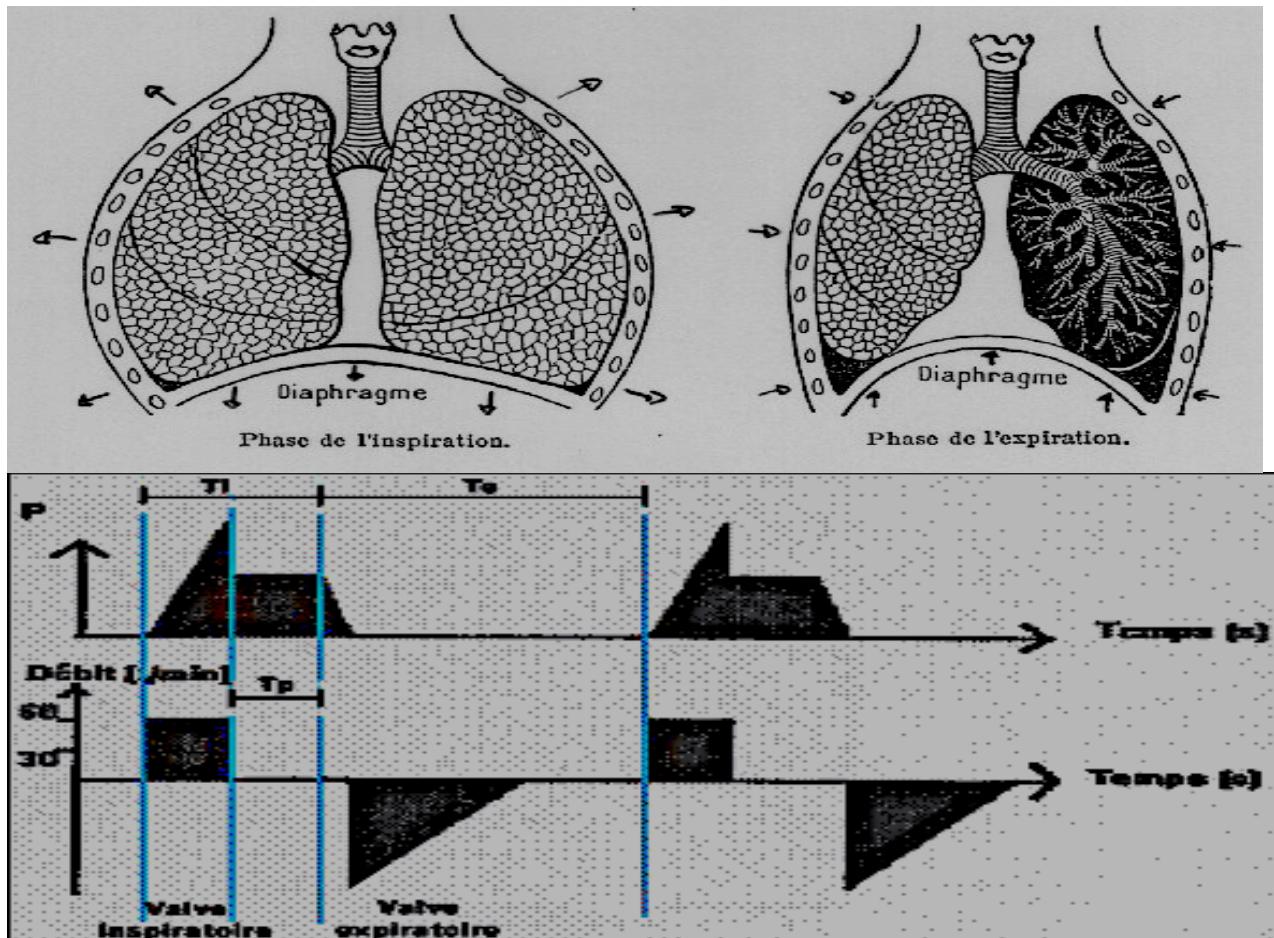
C'est la valeur du temps inspiratoire (Ti) divisée par celle du temps expiratoire (Te).

**Le temps inspiratoire (Ti)** est le temps pendant lequel le volume courant est insufflé dans les poumons du patient, il est composé de deux parties :

Une partie d'insufflation active(contraction) au cours de laquelle il y a véritablement un transfert de gaz du ventilateur vers le patient.

Une partie d'insufflation passive(relâchement) au cours de laquelle l'insufflation active est terminée, mais l'expiration n'est pas commencée. Ce temps est appelé temps de plateau (Tpl) :la pression est maintenue dans les voies aériennes, mais le débit est nul.

**Le temps expiratoire (Te)** est le temps pendant lequel la valve expiratoire est ouverte : le volume courant insufflé au malade pendant



### *Paramètre 5 : Pression de crête*

C'est la pression maximale atteinte pendant la phase d'insufflation active du Ti

Cette pression de crête dépend du Vt administre (augmente avec le Vt) mais dépend aussi des voies aériennes du patient, qui opposent une certaine résistance (la pression de crête augmente si les voies aériennes sont rétrécies ou obstruée)

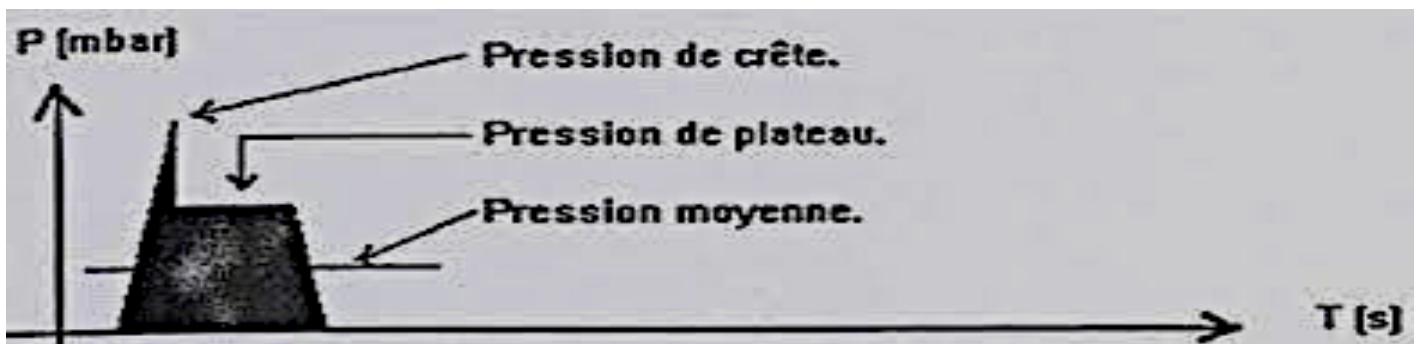
L'obstruction grave des voies aériennes est l'arrêt brutal du passage de l'air dans les voies respiratoires entre l'extérieur et les poumons.

### *Paramètre 6 : Pression de plateau*

Pendant le temps de plateau, la pression qui règne dans les grosses bronches s'équilibre grossièrement avec celle qui règne dans les alvéoles, à la fin de ce temps on peut mesurer la pression de plateau qui reflète grossièrement la pression qui règne dans les alvéoles pulmonaires à la fin de l'inspiration.

### *Paramètre 7 : Pression moyenne*

C'est la moyenne de la pression pendant un cycle complet (Ti +Te).



## *Paramètre 8 : Pression expiratoire positive*

C'est une pression résiduelle maintenue dans les voies aériennes pendant l'expiration. Autrement dit, au lieu que l'expiration soit complètement libre, on fixe une pression de consigne (la pep).

## *Paramètre 9 : Débit inspiratoire*

C'est la vitesse à laquelle se remplissent les poumons du patient. On peut également l'appeler vitesse d'insufflation du volume courant.

## *Paramètre 10 : Pression maximum*

La Pmax est un réglage. Elle est différente de la pression de crête qui est une valeur mesurée.

## *Paramètre 11 : FiO<sub>2</sub>*

C'est la fraction inspirée d'oxygène ou concentration en oxygène du mélange inspiré par le patient.

Si la FiO<sub>2</sub> =60%, le mélange insufflé au malade est constitué à 60 % d'O<sub>2</sub>. (A noter qu'au-delà de cette valeur de 60%, l'oxygène peut être toxique pour le parenchyme pulmonaire). L'air que nous respirons à une FiO<sub>2</sub> à 21%.

## *Paramètre 12 : Le niveau d'aide inspiratoire*

C'est une valeur de pression en mbar fixée par l'opérateur.

Lorsqu'un patient fait des appels inspiratoires, le ventilateur les détecte et il prend en charge la totalité ou seulement une partie du travail ventilatoire du patient, en ouvrant sa valve inspiratoire de façon à créer une surpression égale au niveau d'aide inspiratoire réglé

La valeur du volume courant peut varier. Ce qui est fixe, c'est la pression atteint dans les voies aériennes du patient

## *Paramètre 13 : La pente de l'aide inspiratoire*

Elle est à l'aide inspiratoire, ce que le débit est à la ventilation contrôlée. Elle permet d'améliorer le confort du patient ventilé, en s'adaptant à sa mécanique ventilatoire.

La valeur de l'aide inspiratoire fixée est forcément atteinte, seule la façon d'y arriver est différente.

# Partie VI

## *Scanner*

### *Tomodensitométrie (TDM)*



Le scanner est appareil qui produit des mages du corps humain à l'aide d'une source de rayons X . Le tube émetteur de rayons, au lieu d'être fixe comme pour une radiographie, tourne autour du corps. Un ordinateur analyse les données et fabrique des images en coupes. Il est possible ensuite de reconstituer des parties de corps en 3D à partir de ces coupes.

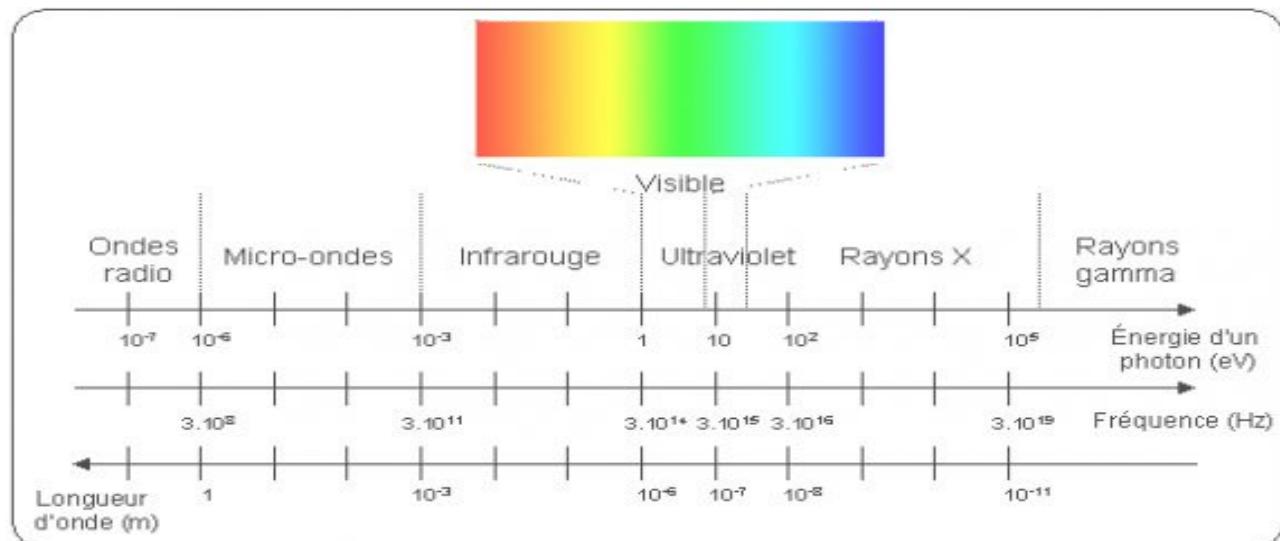
Le scanner repose sur l'absorption spécifique des rayons X par les différents tissus. Il entraîne une exposition aux rayons X. Un tube tourne autour du patient. Des coupes fines du corps sont obtenues. Les images sont reconstruites en trois dimensions grâce à un système informatique puissant

# Rayon X

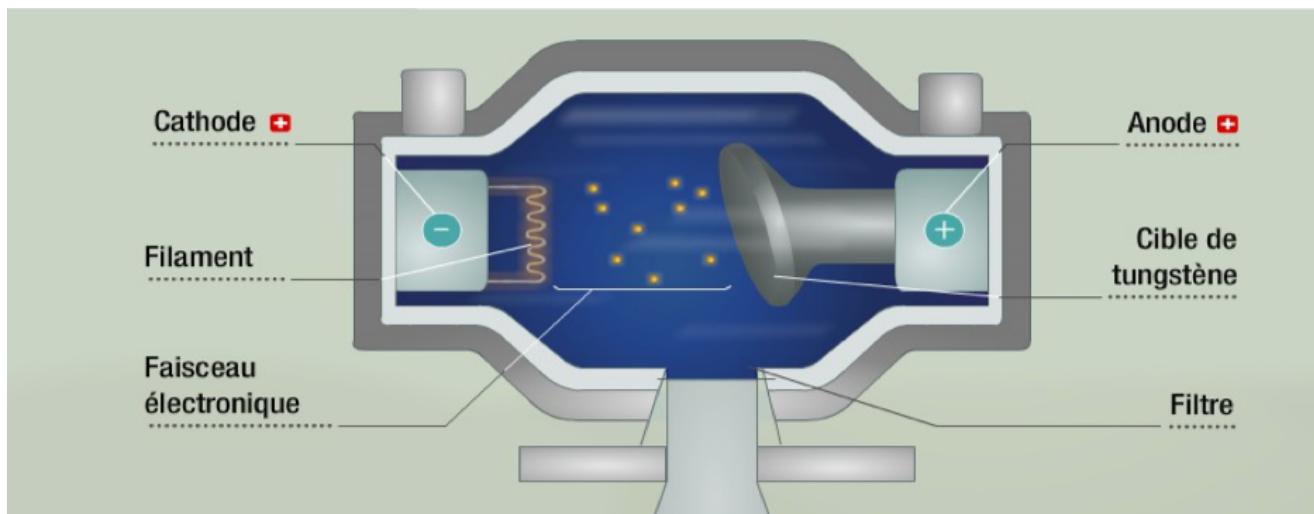
Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique, au même titre que la lumière visible, l'ultra-violet, l'infra-rouge, les micro-ondes, les ondes radio ou les rayons gamma.

On appelle **rayons X** les ondes électromagnétiques dont les fréquences sont comprises entre 10<sup>16</sup> Hz et 10<sup>20</sup> Hz. Les longueurs d'ondes sont de l'ordre de 10<sup>-8</sup> à 10<sup>-12</sup> m, et les énergies des photons X sont comprises entre 40 et 4.10<sup>5</sup> eV

(1 eV correspond à 1,6.10<sup>-19</sup> J, c'est l'énergie d'un photon dans l'infra-rouge).



Le tube à rayons X est constitué d'une cathode émettant des électrons qui produiront des rayons X en frappant l'anode de l'autre côté du tube



## **1-Des clichés sont pris**

Au fur et à mesure que **l'ensemble tube-détecteur tourne**, **l'ordinateur mémorise** l'intensité des rayons X reçus par le détecteur, sous forme de « **clichés** » **successifs**. Ces données lui serviront à calculer des vues élémentaires.

## **2- l'ordinateur calcule des vues élémentaires**

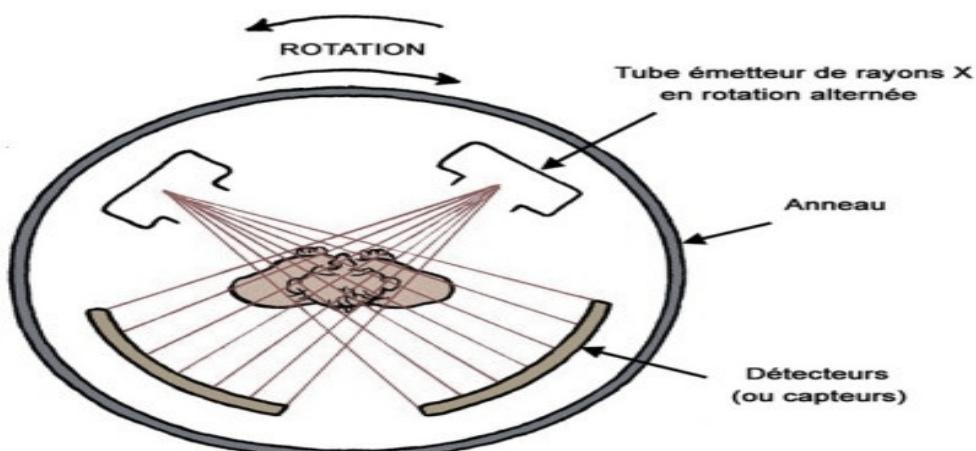
Chaque cliché correspond à l'ombre portée des organes. L'ordinateur enregistre une succession de zones claires et sombres. **Il en déduit** par la suite **une image élémentaire** qu'il mémorise ainsi que **son orientation** au moment de l'acquisition.

## **3. Puis il les superpose**

**L'ordinateur combine les images élémentaires** pour créer l'image finale. Il pivote par calcul numérique, chacune d'entre elles pour lui rendre son orientation d'origine, puis il les « superpose ». **L'image de chaque organe est donc finalement reconstruite.**

## **4. L'image final s'affiche**

L'ordinateur affiche l'image finale. Par traitement en fausses couleurs, par la suite, le radiologue peut mettre en évidence la pathologie recherchée.



# *Les types de scanner*

## **1-Scanner abdomino-pelvien**

Le **scanner abdomino-pelvien** est un examen d'imagerie qui consiste à visualiser avec la plus grande précision les structures suivantes : le tube digestif, le foie, la rate, les reins, le pancréas, les vaisseaux, les ganglions... Il consiste à détecter les maladies de l'intestin grêle, du côlon et d'autres organes internes.

Les radiologues utilisent généralement cette procédure pour **aider à diagnostiquer la cause** (généralement inexpliquée) des **douleurs abdominales ou pelviennes**. Ils l'utilisent également pour diagnostiquer les maladies des organes internes, de l'intestin grêle et du côlon. La **douleur pelvienne** ou **abdominale** doit être sérieusement considérée puisque dans la plupart des cas, c'est elle qui nous alerte.

### **Douleur pelvienne**

C'est une douleur ressentie dans la région du pelvis, c'est-à-dire au niveau du bas-ventre. Les douleurs pelviennes concernent généralement **l'utérus, la vessie, le rectum**. Cette douleur peut être sourde, intermittente ou aiguë.

### **Douleur abdominale**

Tout le monde, ou presque, a déjà eu mal au ventre et ressenti cette douleur située au niveau de l'abdomen (plus simplement appelé "le ventre"). Les douleurs abdominales peuvent se traduire par des crampes, des brûlures, des élancements, des torsions de façon sourde, intermittente ou aiguë.

Toute douleur, pelvienne ou abdominale qui **persiste plus de 6 semaines**, doit interpeller et faire consulter un radiologue. Ces douleurs peuvent révéler dans certains cas des anomalies qui nécessitent un suivi, un traitement ou une intervention.



## **Quelles sont les anomalies les plus fréquentes qui peuvent-être détectées ?**

Le **scanner abdomino-pelvien** consiste donc à visualiser et détecter les anomalies suivantes :

Les infections telles que l'**appendicite**, la pyélonéphrite ou les collections de liquide infecté, également appelées abcès.

Les maladies inflammatoires de l'intestin telles que la **colite ulcéreuse** ou la maladie de Crohn, la pancréatite ou la cirrhose du foie.

- Les **cancers du foie, des reins, du pancréas, des ovaires et de la vessie** ainsi que les lymphomes.
  - Les **calculs rénaux et vésicaux**.
- Les anévrismes de l'aorte abdominale (AAA), les blessures des organes abdominaux tels que la rate, le foie, les reins ou d'autres organes internes en cas de traumatisme.

Bien plus, les médecins ont également recours au scanner abdomino-pelvien pour :

Guider les biopsies et autres procédures telles que les drainages d'abcès et les **traitements tumoraux mini-invasifs**.

## **2-Dacryoscanner**

Le dacryoscanner permettent l'étude des voies lacrymales pour rechercher les causes entre autres d'un larmoiement, en injectant un produit de contraste iodé au niveau des voies lacrymales.

La dacryocystographie analyse mieux le segment horizontal, c'est à dire les deux petits canaux situés dans l'angle interne des paupières et leur canal commun qui s'abouche dans le sac lacrymal.

Le dacryoscanner analyse mieux le segment vertical, c'est à dire le sac lacrymal et le canal lacrymo-nasal qui se jette dans la narine en avant du cornet inférieur.



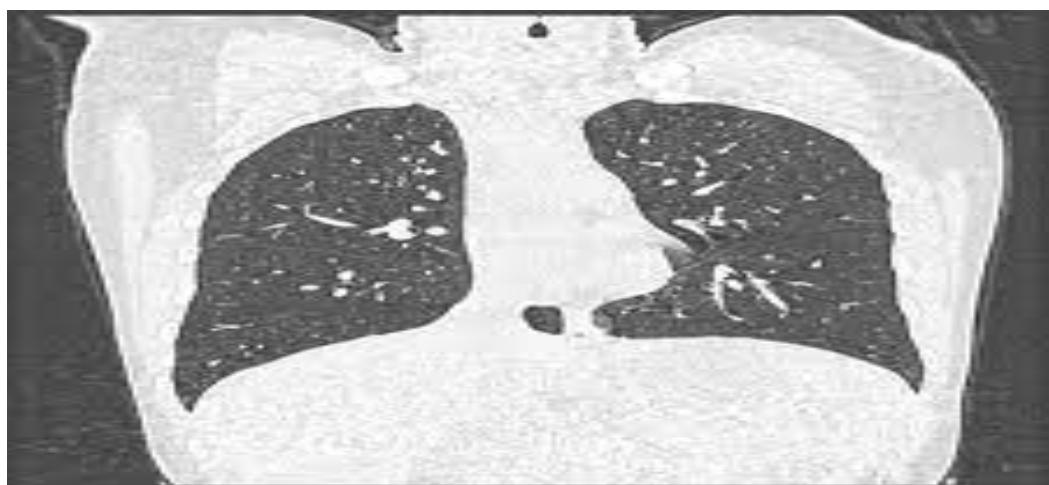
### **3-Scanner thoracique**

Dès le début de l'épidémie de COVID-19, le scanner thoracique sans injection s'est imposé comme l'examen d'imagerie pulmonaire de première intention en cas de diagnostic suspecté ou confirmé de COVID-19, chez les patients présentant des signes de mauvaise tolérance respiratoire (dyspnée ou désaturation)

Le **scanner thoracique** est un **examen d'imagerie** qui permet de « balayer » une région de l'organisme et de réaliser des images en coupe la région à l'aide d'un faisceau de **rayons X**.

Il peut être utilisé pour explorer les structures anatomiques du thorax : **poumons, plèvre, cœur, os, tissus mous, muscles et vaisseaux sanguins** irriguant les **bronches et les poumons**. Un scanner thoracique peut être demandé dans de nombreuses situations, entre autres :

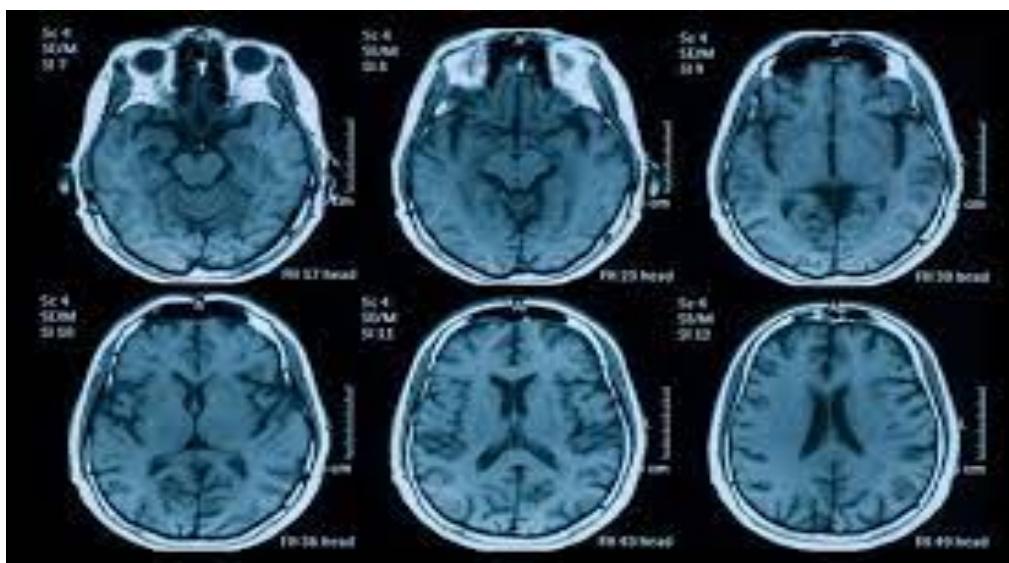
- à la suite d'une **blessure** au niveau du thorax, afin d'évaluer l'ampleur et la nature des **lésions**
  - pour diagnostiquer **diverses atteintes pulmonaires**
  - Pour déterminer si une **maladie pulmonaire** répond au traitement
- Afin de détecter la présence d'une **tumeur ou de métastases** et pour suivre leur évolution
- Pour déterminer la taille, la forme et la position des **organes de la région thoracique**
- Pour faire un bilan de la santé des **artères coronaires**, qui irriguent le **cœur**.



## **4-Scanner cérébral**

Cet examen permet l'étude du cerveau ainsi que des vaisseaux artériels et veineux le vascularisant. Le scanner cérébral est indiqué dans de nombreuses situations, on signalera de façon non exhaustive :

- La recherche d'AVC,
- Traumatisme crânien
- La recherche de tumeur cérébrale,
- L'exploration de céphalées (maux de têtes)
  - L'exploration de vertiges
  - Les troubles neurologiques
- L'étude des vaisseaux artériels du cerveau : Recherche de sténose, d'anévrysme ou d'occlusion
- L'études des vaisseaux veineux du cerveau : Recherche de thrombophlébite



## **6-Scanner du Rachis Cervical**

Cet examen permet l'étude des vertèbres cervicales et des disques intervertébraux. Le scanner du rachis cervical est essentiellement indiqué pour le bilan des cervicalgies et de névralgie cervico brachiale. Il peut être également indiqué dans le bilan de traumatisme du rachis cervical.

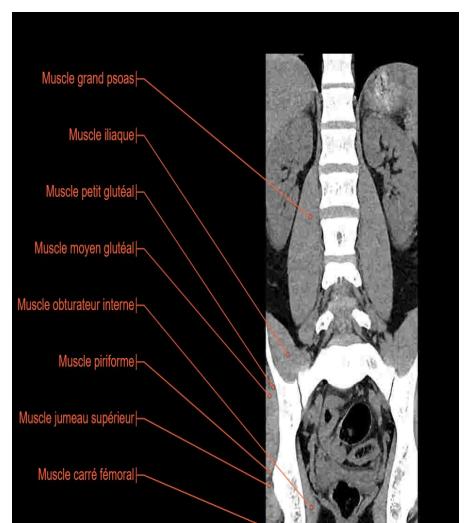


## **7-Scanner du Rachis Lombaire**

Cet examen permet l'étude des vertèbres lombaires et des disques intervertébraux.

Le scanner du rachis lombaire est essentiellement indiqué pour le bilan des lombalgies et des cruralgies/sciatalgies. Il va permettre de détecter une pathologie du disque comme une hernie discale ou la présence d'un canal lombaire étroit.

Il peut être également indiqué dans le bilan de traumatisme du rachis lombaire à la recherche de fracture ou de tassement vertébral



## **8-Scanner des sinus**

Cet examen permet l'étude des cavités sinusiennes de la face ainsi que les fosses nasales. Le scanner des sinus est indiqué dans de nombreuses situations, on signalera de façon non exhaustive :

Recherche de sinusite

1- Douleurs sinusiennes

2- Obstruction nasale

3- Recherche de déviation de la cloison nasale

4- Bilan de polypose naso-sinuse

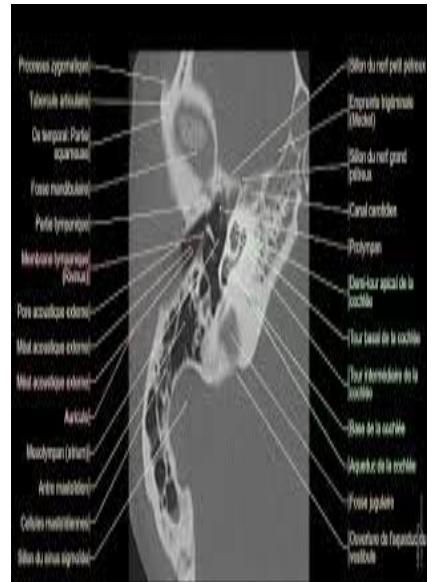


## **9-Scanner des Rochers**

Cet examen permet l'étude des structures internes des oreilles. Il permet entre autres la visualisation des osselets, de la cochlée et des canaux semi circulaires. Le scanner des rochers est indiqué dans de nombreuses situations, on signalera de façon non exhaustive :

- Recherche d'otite chronique
- Recherche de cholestéatome
- Recherche d'otospongiose
  - Bilan de surdité

Bilan post traumatique



## **10-Angioscanner**

Cet examen permet l'étude des vaisseaux sanguins et des artères.

Plusieurs types d'angioscanner existent, parmi les plus fréquent :

- Angioscanner des troncs supra aortiques : Permet l'étude des artères carotides et vertébrales
- Angioscanner du polygone de Willis : Permet l'étude des artères du cerveau
- Angioscanner aortique : Permet l'étude de l'aorte
- Angioscanner pulmonaire : Permet l'étude des artères pulmonaires et bronchiques
- Angioscanner des membres inférieurs : Permet l'étude des artères des jambes (fémorales, tibiales, fibulaires...)

Grace à des reconstruction 3D le radiologue pourra diagnostiquer des sténoses ou des anévrismes de ces artères.



## **11-Arthroscanner**

Cet examen consiste en une injection de produit de contraste au sein d'une articulation.

L'épaule, le genou, la hanche, le poignet et la cheville sont les articulations les plus fréquemment explorées par un arthroscanner.

Grace à cet examen, le radiologue va pouvoir visualiser le cartilage, certains tendon, ligament ou ménisque et rechercher des lésions.



## **12-Uroscanner**

Cet examen permet l'étude des reins, des voies urinaires et de la vessie

L'uroscanner est indiqué dans de nombreuses situations, on signalera de façon non exhaustive :

- Bilan de colique néphrélique
  - Recherche de calculs
- Etude des reins (recherche de kyste, de tumeur)
- Bilan d'hématurie Recherche de pathologie de la vessie.



## ***Les cas :***

Sur la base des informations fournies, six patients pédiatriques atteints de COVID-19 sévère ont été admis pour un soutien ECMO en raison d'un SDRA lié à COVID-19 avec hypoxémie réfractaire entre le 1er janvier 2021 et le 30 juin 2021.

L'âge médian des patients était de 1,8 ans et le poids médian était de 65 kg. Tous les patients avaient confirmé une infection par le SRAS-CoV-2 par RT-PCR, des signes et symptômes d'infections des voies respiratoires inférieures et des signes radiologiques de SDRA sévère. Cinq des patients présentaient une certaine comorbidité, dont quatre étaient obèses, un était un bébé prématuré atteint de dysplasie broncho-pulmonaire et un avait une co-infection de septicémie abdominale suite à une appendicectomie.

Le délai moyen entre l'apparition des symptômes et le début de la ventilation mécanique était de dix jours, et la durée médiane de la ventilation mécanique avant canulation était de cinq jours.

Tous les patients ont reçu des glucocorticoïdes et certains ont reçu un soutien vasoactif. Pendant le soutien ECMO, tous les enfants ont été pris en charge avec une ventilation protectrice pulmonaire en mode pression contrôlée, et tous ont été anticoagulés avec de l'héparine non fractionnée selon le protocole institutionnel sans complications thrombotiques.

# Tableau 1 :

	Patient1	Patient2	Patient3	Patient4	Patient5	Patient6
<b>Sexe</b>	H	F	F	H	H	H
<b>Age</b>	3 ans	16 ans	5 mois	5 mois	14 ans	7 mois
<b>Taille</b>	118 cm	161 cm	70 cm	67 cm	170 cm	69 cm
<b>Poids</b>	28 kg	83 kg	5.4 kg	7.6 kg	110 kg	13 kg
<b>Conditions médicales préexistantes</b>	-Obésité - Septicémie abdominale -J8 du retrait de l'appendice	Obésité	Prématuré	Allergie au lait de vache	Obésité	Obésité
<b>Début des symptoms</b>	08/01/21	10/02/21	26/01/21	01/04/21	10/04/21	26/04/21
<b>Pyrexie</b>	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui
<b>Infection des voies respiratoires supérieures</b>	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Infection des voies respiratoires inférieures</b>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Symptômes gastro-intestinaux</b>	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non
<b>Signes radiologiques évoquant une pneumonie/ ARDS</b>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Canulation</b>	19/01/21	01/03/21	10/03/21	06/04/21	18/04/21	13/05/21
<b>Intubation Pré-Ecmo (jours)</b>	8	5	6	1	5	1
<b>Ventilation</b>						
<b>PIP (cmH2O)</b>	34	18	20	24	30	35
<b>PEEP (cmH2O)</b>	14	12	10	8	14	10
<b>FiO2(%)</b>	100	100	100	100	100	100
<b>PaO2/FiO2</b>	65	58.8				
<b>P ré- Ecmo</b>						
<b>Position couchée</b>	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non
<b>Blocage neuromusculaire</b>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Covid-19</b>			<b>Thérapies</b>	/	<b>Immunomodulateurs</b>	
<b>Glucocorticoïdes</b>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>IVIG</b>	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non
<b>Soutien vasoactif</b>	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Oui

Un résumé de l'évolution, des principales complications et des résultats de chaque cas est présenté dans le tableau 2

# Gaz du sang

<b>Gaz du sang pré-Ecmo</b>	Patient1	Patient2	Patient 3	Patient3	Patient 4	Patient6
pH	7.3	7.2	6.9	7.0	7.2	7.3
PaCO2 (mmHg)	64.1	70	65	86	61	65
PaO2 (mmHg)	65.1	58.8	54.2	63	55	35
SatO2 (%)	85	89	83	77	79	63

## Des analyses

<b>Lactate (mmol/L)</b>	1.1	0.9	1.7	4.2	1.2	2.5
<b>Dysfonction ventriculaire</b>	Dysfonction biventriculaire modérée	Non	Non	Non	Non	Dysfonction biventriculaire modérée
<b>Test inflammatoire</b>						
<b>D-dimères (ug/dL)</b>	21.4	3.8	1.2	1.0	15.9	0.6
<b>Fibrinogène (mg/dL)</b>	244	615	120	141	447	201
<b>CPK (U/L)</b>	-	-	-	109	755	173
<b>CRP (mg/L)</b>	8.6	6.4	-	4.0	18.9	10.7
<b>Ferritine (ng/mL)</b>	727	-	-	382.3	-	190.8
<b>Troponine (ng/mL)</b>	-	-	-	-	<0.1	9.1
<b>LDH (U/L)</b>	1192	-	-	-	822	750

# *ECMO*

## **Tableau 2 :**

	Patient1	Patient2	Patient3	Patient4	Patient5	Patient6
<b>Type d'ECMO</b>	VA	VV	VA	VA	VV	VA
<b>Canulation</b>	19/01/21	06/03/21	16/03/21	07/04/21	23/04/21	13/05/21
<b>Sites de canulation</b>	Veine fémorale gauche/artère carotide droite	Veine jugulaire droite/artère carotide droite	Veine jugulaire droite/artère carotide droite	Veine jugulaire droite/artère carotide droite	Veine jugulaire droite/artère carotide droite	Veine jugulaire droite/ Veine fémorale droite
<b>Décanulation</b>	25/01/21	18/03/21	23/03/21	18/04/21	12/05/21	24/05/21
<b>Duration de l'ECMO (jours)</b>	6	13	7	11	19	11
<b>Lésion rénale aigue</b>	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non
<b>Dysfonction hépatique</b>	Non	Oui	Non	Non	Bénigne	Non
<b>Complications hémorragiques</b>	AVC hémorragique	Oui	Non	Non	Non	Non
<b>Complications neurologique</b>	AVC hémorragique	Non	Non	Non	Non	Non
<b>Temps de ventilation mécanique (jours)</b>	14	17	18	28	33	23
<b>Résultat</b>	Décès	Décès	Décharge	Décharge	Décharge	Décharge
<b>Cause de décès</b>	Mort cérébrale	Syndrome de dysfonctionnement d'organes multiples	-	-	-	-

## **8 patients adultes entre 76 ans à 29 ans**

	Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4
<b>Sexe</b>	F	H	F	H
<b>Age</b>	76 ans	66 ans	62 ans	61 ans
<b>Les antécédents</b>	Hypertension Ulcère gastroduodénal Tabagisme de 76 paquets-année	Hypertension Ulcère gastroduodénal Tabagisme de 76 paquets-année	Diabétique sous antidiabétiques oraux	Syndrome d'apnée du sommeil Hypopnée Hypertension
<b>Fièvre</b>	-----	-----	39°C	-----
<b>Les symptômes</b>	Fièvre toux	-----	Fièvre Fatigue	Fièvre Toux sèche Une hypodynamie
<b>Scanner</b>	Apparition de verre dépoli bilatéral	Des opacités bilatérales en verre dépoli	Multiples opacités alvéolaires	Des infiltrats bilatéraux dans l'espace aérien avec une consolidation et des opacités en verre dépoli

	<b>Patient 5</b>	<b>Patient 6</b>	<b>Patient 7</b>	<b>Patient 8</b>
<b>Sexe</b>	F	H	F	H
<b>Age</b>	57 ans	48 ans	30 ans	29 ans
<b>Les antécédents</b>	Diabétique de type 2 metformine 1500mg par jour depuis l'âge de 49 ans	-----	36 semaines de gestation	Asthme D'antécédents de blessure par balle Obésité
<b>Fièvre</b>	39.1°C	----	38.0°C	
<b>Les symptômes</b>	Fièvre Toux Une asthénie sévère	Fièvre Toux	Fièvre Toux Fatigue	Dyspnée Toux Fatigue Myalgies
<b>Scanner</b>	Une atteinte pulmonaire supérieure à 75%, classé CORADS 6 sans signe d'embolie pulmonaire	Apparition d'un verre dépoli bilatéral	(Jour d'hospitalisation 7) Un œdème pulmonaire cardiogénique résultant d'une embolie pulmonaire massive.	Au jour 8 vastes infiltrats consolidants bilatéraux

## **Patient 1 :**

Au 4e jour d'hospitalisation, elle présentait une hypoxie profonde et la patiente a été intubée dans des conditions électives. Une ECMO veino-veineuse était prévue pour le patient, car l'état de SDRA sévère ne s'améliorait pas en raison d'une pneumonie virale malgré tous les traitements avec un rapport P/F inférieur à 100. Une thérapie de remplacement rénal continu a été commencée chez le patient qui Insuffisance rénale aiguë développée. Cependant, le patient est décédé le 7e jour du traitement ECMO.



**Hospitalisation  
en unité de soins  
intensifs**

**Intubation**

**ECMO**

# **Tableau :**

<b>Lym 10<sup>3</sup>/μL</b>	0.94	0.5109	0.89	0.57	4.19	6.57
<b>D-dimères</b>	2800	3959	3655	5079		
<b>pH</b>	7.42	7.47	7.14	7.53	7.49	7.18
<b>pO<sub>2</sub></b>	68	43.7	51	56	66	45
<b>CO<sub>2</sub> (mmHg)</b>	35	38.2	52	42	43	38
<b>HCO<sub>2</sub>(mmHg)</b>	24	27.2	15	35	32	17
<b>Pep</b>				12	10	12
<b>P/F</b>				56	73.3	45

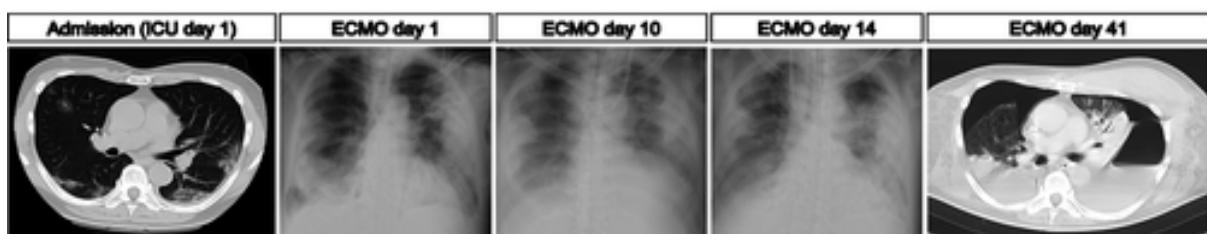
## **Patient 2:**

Patient 2 souffrait d'une détresse respiratoire sévère due au COVID-19 et avait besoin d'une assistance ECMO. Bien qu'il ait été placé dans des conditions prudentes de repos pulmonaire avec sédation et ventilation à volume courant limité, le patient n'a pas montré d'amélioration pendant la durée recommandée de 14 jours de l'ECMO.

La décision a été prise de poursuivre le soutien ECMO et d'attendre que la fonction pulmonaire du patient s'améliore. La méthylprednisolone a également été administrée pour supprimer l'inflammation et favoriser la récupération des tissus pulmonaires.

Une surveillance et un ajustement continu de l'état du patient et du plan de traitement sont nécessaires pour optimiser les résultats. Par la suite, nous avons arrêté le rocuronium et géré avec prudence le schéma respiratoire du patient en ajustant la profondeur de la sédation pour maintenir un volume courant acceptable

Cependant, le jour E 41, le patient a développé un pneumothorax bilatéral qui s'est transformé en un pneumothorax non résolutif nécessitant plusieurs drains thoraciques. Pendant ce temps, le patient a développé un pyothorax et une septicémie. Le jour E 82, le patient est décédé en raison d'une défaillance multiviscérale dérivée d'une septicémie malgré une antibiothérapie intensive



## **Patient3 :**

Devant l'hypoxémie réfractaire et l'échec de la proneventilation ; il a été décidé de mettre en place L'ECMO-VV (fémoro jugulaire droite) sous couvert d'héparine (10000 UI/24h)

La veine jugulaire interne et la veine fémorale ont été canulées avec des canules recouvertes d'héparine.

Après une heure, une gazométrie artérielle a signalé une alcalose mixte avec un rapport P/F de 128. Elle a également reçu une dose [8 mg/kg] de Tocilizumab, un anticorps monoclonal anti-interleukine-6, pour aider à contrôler sa tempête de cytokines sur jour 7

Jour 3 de l'ECMO. A J10, le patient devient ictérique avec un abdomen distendu et présente une oligurie, une insuffisance rénale.

La fonction rénale continuait à se détériorer et le patient était placé sous hémodialyse veineuse continue intégrée au circuit ECMO

Au jour 24 de son hospitalisation, jour 20 de l'ECMO, l'état hémodynamique est devenu instable, la patiente était toujours anurique. Elle a été stabilisée avec 5 mg/h d'épinéphrine.

Par la suite, la patiente a été dialysée, puis elle a présenté une hypotension à 50/40 mm Hg et une bradycardie à 45 bpm ; puis elle a été mise sous 12 mg/h de norépinephrine et 10 mg/h d'épinéphrine. Quelques heures plus tard, le patient développe une asystolie puis se déclare décédé

<b>Urée</b>	<b>1.56 g/l</b>
<b>Créatinine</b>	<b>24.2 mg/l</b>
<b>Hyperkaliémie</b>	<b>5.4 mEq/l</b>
<b>pH</b>	<b>6.86</b>
<b>PCO2</b>	<b>31 mmHg</b>
<b>PO2</b>	<b>162 mmHg</b>

## **Patient4 :**

Il semble que l'insuffisance respiratoire du patient ne puisse pas être gérée par une ventilation mécanique conventionnelle, des médicaments ou une thérapie de positionnement sur le ventre, de sorte que l'ECMO veino-veineuse a été initiée le jour 7 de l'hôpital, 15 jours après l'apparition des symptômes.

Le circuit ECMO était établi via la veine jugulaire interne droite pour l'accès et via la veine fémorale droite pour le retour. Le ventilateur mécanique a été réglé au repos pulmonaire avec administration diurétique continue, nutrition précoce et rééducation. Un traitement par immunoglobuline intraveineuse à haute dose a été inclus du 7e au 11e jour d'hospitalisation. Une amélioration progressive a été observée au niveau de la radiographie thoracique et de la compliance pulmonaire à partir du 10ème jour d'hospitalisation. Une hypofibrinogénémie sévère ( $< 50$  mg/dl) a été observée le 11e jour d'hospitalisation et un cryoprécipité a été administré pendant 2 jours. Le traitement par ECMO a été interrompu le 15e jour d'hospitalisation et la patiente a été extubée le 16e jour d'hospitalisation. L'hypofibrinogénémie s'est progressivement améliorée et normalisée le 19e jour d'hospitalisation.

Le 20e jour d'hospitalisation, la patiente a été transférée à l'hôpital précédent avec une évolution post-partum et néonatale sans incident.

## **Patient 5 :**

Il est bon d'apprendre que l'état du patient s'est amélioré grâce à l'utilisation de l'ECMO veino-veineuse fémoro-fémorale et de la plasmaphérèse.

La tempête de cytokines peut être une complication potentiellement mortelle du COVID-19, et la plasmaphérèse est une thérapie potentielle pour cette maladie. Elle consiste à prélever le plasma du patient, qui contient des cytokines et autres médiateurs inflammatoires, et à le remplacer par une solution de substitution.

Cela peut aider à réduire les niveaux de ces molécules dans le sang et à atténuer la gravité de la tempête de cytokines.

L'utilisation de méthylprednisolone avant chaque séance de plasmaphérèse est également une pratique courante pour aider à réduire le risque de réactions allergiques et d'autres effets secondaires associés à la procédure.

Il est également bon d'apprendre que le patient a été sevré avec succès de l'ECMO et qu'il se rétablit actuellement. La trachéotomie est une procédure courante chez les patients sous ventilation mécanique prolongée, et elle peut aider à faciliter le sevrage du ventilateur et à améliorer les résultats à long terme.

## **Patient 6 :**

Un traitement ECMO veino-veineux était prévu au 9ème jour d'intubation [2]. La procédure ECMO a commencé avec 19 Fr de la veine jugulaire interne droite et 21 Fr canule de la veine fémorale droite. Au 7ème jour d'ECMO, le patient a développé une hypotension soudaine, une acidose, et le taux de P/F a rapidement chuté en dessous de 100. Le patient est décédé malgré toutes les interventions nécessaires.

### **Tableau :**

	Première arrivée	Hospitalisation	Intubation	ECM O-1	ECM O-2	ECM O-3
Globules blancs ( $10^3/\mu\text{L}$ )	6.44	14.6	18	12	13	37.17
Lym $10^3/\mu\text{L}$	0.94	0.5109	0.89	0.57	4.19	6.57
D-dimères	2800	3959	3655	5079		
pH	7.42	7.47	7.14	7.53	7.49	7.18
pO <sub>2</sub>	68	43.7	51	56	66	45
CO <sub>2</sub> (mmHg)	35	38.2	52	42	43	38
HCO <sub>2</sub> (mmHg)	24	27.2	15	35	32	17
Pep				12	10	12
P/F				56	73.3	45

## **Patient 7 :**

Ce cas décrit une femme enceinte de 30 ans à 36 semaines de gestation qui s'est présentée avec de la fièvre et de la toux et a ensuite reçu un diagnostic de pneumonie légère causée par le SRAS-CoV-2. Au jour 8 après l'apparition des symptômes, son état respiratoire s'est aggravé et elle a développé un syndrome de détresse respiratoire aiguë légère (SDRA).

En raison des risques potentiels de décompensation respiratoire imminente et d'hypoxie fœtale sévère subséquente, une césarienne d'urgence a été pratiquée et un nouveau-né prématuré de sexe féminin pesant 2,56 kg est né sans incident. Le nouveau-né a été testé négatif pour le SRAS-CoV-2 et aucune autre complication n'a été observée.

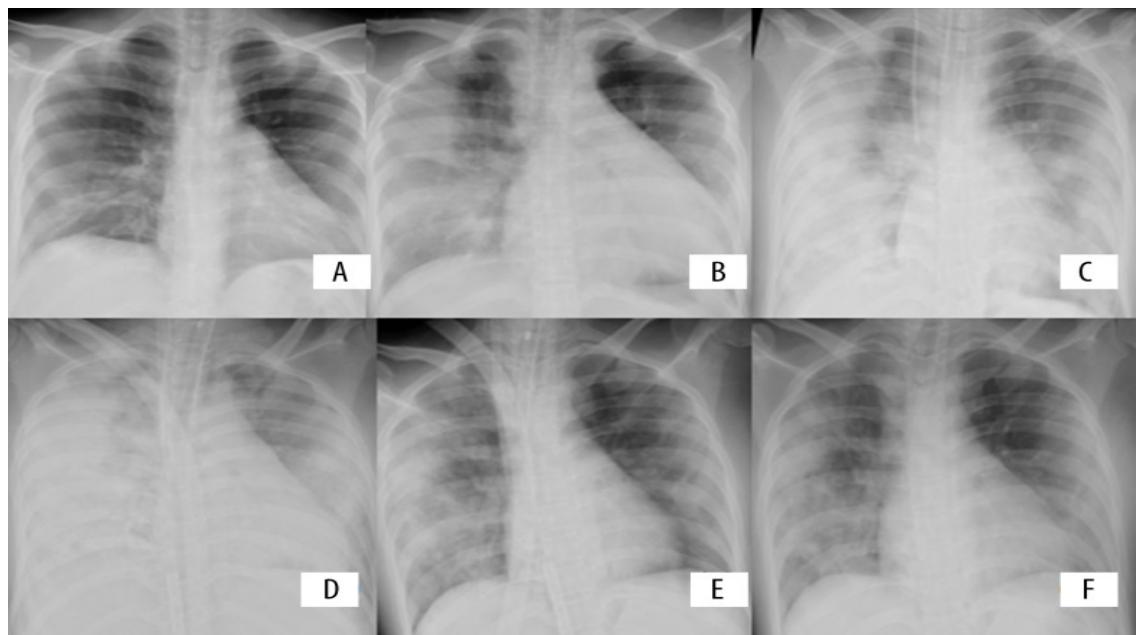
La mère a été transférée aux soins intensifs généraux et intubée le lendemain de la césarienne, avec un diagnostic de pneumonie COVID-19 sévère.

L'insuffisance respiratoire du patient ne pouvant être prise en charge par une ventilation mécanique, des médicaments ou une thérapie de décubitus ventral, l'ECMO veino-veineuse a donc été initiée le jour 7 de l'hôpital, 15 jours après l'apparition des symptômes.

Le patient a également reçu une thérapie intraveineuse à haute dose d'immunoglobulines, des diurétiques, une nutrition précoce et une rééducation. Le mésylate de nafamostat a été administré pour contrôler la fonction de coagulation et devrait avoir un effet favorable sur le COVID-19.

L'état respiratoire du patient s'est progressivement amélioré et l'ECMO a été interrompue au 15e jour d'hospitalisation, avec une durée d'assistance de 9 jours. Le cryoprécipité a été administré pendant 2 jours en raison d'une hypofibrinogénémie sévère. Le patient a été extubé au 16e jour d'hospitalisation et a pu consommer des aliments par voie orale sans aggravation de l'oxygénéation.

L'hypofibrinogénémie s'est progressivement améliorée et normalisée au 19e jour d'hospitalisation. La patiente et son nourrisson ont eu une évolution post-partum et néonatale sans incident, et ils ont été transférés à l'hôpital précédent au 20e jour d'hospitalisation.



- A) Jour 6 après l'apparition des symptômes, les champs pulmonaires présentent de faibles opacités bilatérales inégales.
- (B) Jour 8 après le début des symptômes, aggravation radiologique, avec atteinte des lobes inférieurs.
- (C) Hôpital jour 1 (jour 9 après le début des symptômes), les champs pulmonaires montrent une consolidation alvéolaire bilatérale avec affectation panlobulaire, avec des résultats radiologiques typiques du SDRA. Une sonde endotrachéal et un cathéter veineux central étaient nécessaires.
- (D) Jour d'hospitalisation 7, les champs pulmonaires montrent une aggravation radiologique. Une oxygénation par membrane extracorporelle (ECMO) a été administrée.
- (E) Jour d'hôpital 15, les champs pulmonaires montrent une amélioration radiologique après la thérapie ECMO.
- (F) Jour d'hôpital 19 après l'extubation, les champs pulmonaires montrent une amélioration radiologique.

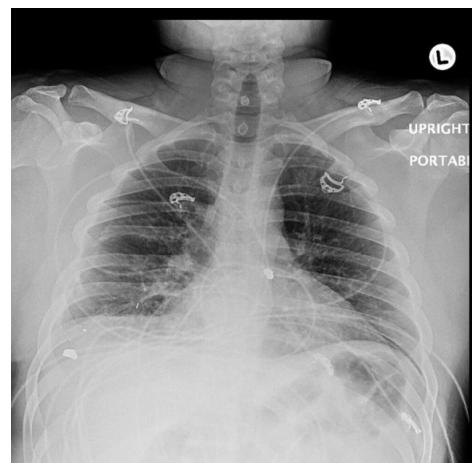
## ***Patients :***

Ce cas décrit un homme de 29 ans ayant des antécédents d'asthme, d'antécédents de blessure par balle et d'obésité, qui présentait de la dyspnée, de la toux, de la fatigue et des myalgies. Le patient était fébrile, tachycardique et tachypnétique nécessitant de l'oxygène supplémentaire. Le bilan a révélé une lymphopénie et une thrombocytopénie, et le test du SRAS-CoV-2 a été effectué à l'aide d'un écouvillon nasopharyngés.

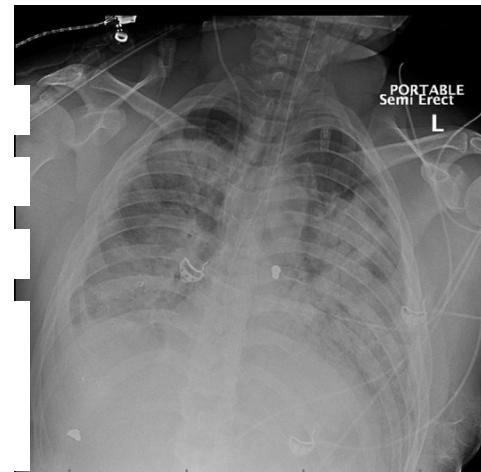
La TDM du thorax n'a pas pu être réalisée en raison de risques de transmission de virus et de contamination environnementale. Au jour 4, de nouveaux changements de consolidation dans les zones pulmonaires médianes et inférieures droites ont été notés et le patient a été mis sous ventilation mécanique.

Sa radiographie pulmonaire au jour 8 a révélé de vastes infiltrats consolidants bilatéraux et un rapport PF de 59 compatible avec un SDRA sévère. Le patient a été mis empiriquement sous antibiotique à large spectre avec de l'hydroxychloroquine.

**Radiographie thoracique révélant des consolidations bilatérales étendues compatibles avec CARDS Type H au jour 8.**



## **Radiographie thoracique révélant des consolidations bilatérales étendues compatibles avec CARDS Type H au jour 8.**



L'aggravation de l'état a conduit à envisager un transfert vers un centre ECMO spécialisé. Cependant, les centres environnants avaient limité l'afflux de patients respectant des mesures strictes de contrôle des infections, tandis que l'allocation judicieuse des ressources et les défis logistiques rendaient le transport impossible.

Au jour 17, après un épisode soudain de désaturation, une radiographie pulmonaire a révélé un pneumothorax sous tension du côté gauche dans les champs pulmonaires moyen et inférieur gauche avec un drain thoracique drainant 700 ml de liquide sérosanguin mélangé à des caillots sanguins bloquant par intermittence sortie avec des fuites d'air persistantes.

Les caractéristiques liquidiennes n'ont pas été obtenues et sa trajectoire clinique globale a commencé à décliner. Une discussion familiale a eu lieu pour discuter de son mauvais pronostic et aborder les objectifs de soins. Son statut de code a été changé en ne pas réanimer (DNR) en mettant l'accent sur les mesures de confort. Il a fini par se désaturer et est entré en asystole, décédant après avoir passé 20 jours à l'hôpital.

*Les progrès de la biomédecine au fil des ans ont conduit à des avancées significatives dans la compréhension des maladies, ce qui a permis de développer de nouveaux traitements et thérapies pour de nombreuses maladies. Les technologies biomédicales ont également permis de mieux comprendre le fonctionnement du corps humain et de développer des outils pour diagnostiquer et traiter des maladies à un stade précoce.*

*Cependant, la biomédecine soulève également des questions éthiques et sociales, notamment en ce qui concerne l'utilisation de données génétiques et la modification génétique. Il est important de maintenir un équilibre entre les avantages potentiels de la biomédecine et les préoccupations éthiques et sociales*

