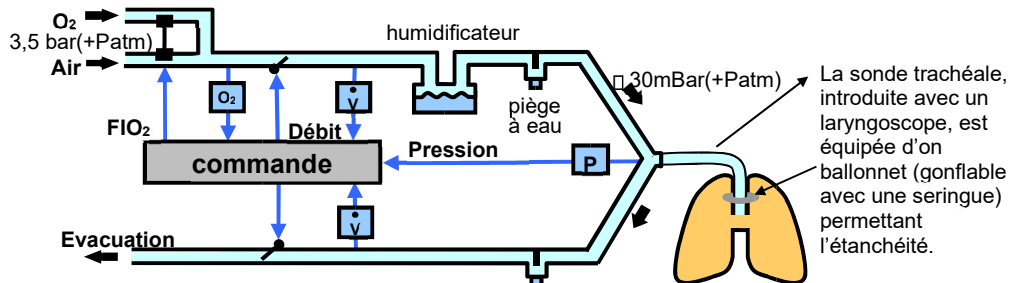


TP4 RESPIRATEUR DE RÉANIMATION

▪ Ventilateur

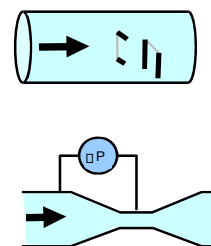
Lorsqu'un patient respire mal ou pas du tout suite à une pathologie, accident, après une anesthésie générale ou sur volonté thérapeutique (coma), le patient est intubé et le ventilateur de réanimation surveille, assiste ou contrôle automatiquement la fonction respiratoire. Il est donc présent dans les services d'urgence, en salle de réveil et en réanimation.



Les principaux paramètres à régler sont le volume V_t , la fréquence f , le rapport temps inspiration/expiration I:E, la pression expiratoire positive : PEP et la proportion d'oxygène : FiO_2 (21% ... 100%)

Les capteurs de débit mesurent les débits (et volumes) instantanés inspirés ou expirés :

- ⇒ Capteurs à **fil chaud** : La température du fil chaud, proportionnelle à la résistance, est maintenue constante par le passage d'un courant, la puissance apportée au fil ($u \cdot i$) est fonction croissante du débit. Un second filament, placé devant le fil chaud permet de corriger la mesure en fonction de la température.
- ⇒ Capteurs à **chute de pression** : la différence de pression mesurée aux bornes d'un rétrécissement de section est fonction du débit.



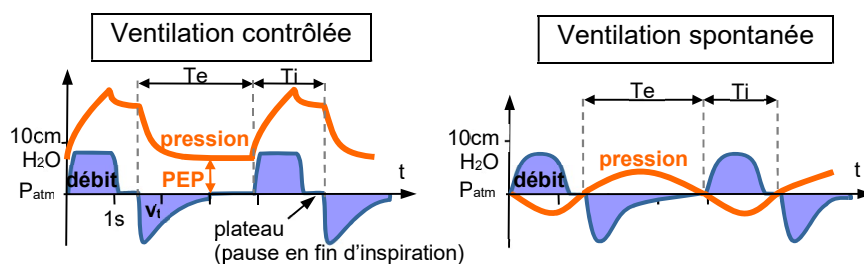
Le contrôle d'un respirateur concerne la précision des volumes délivrés, pressions, fréquences, FiO_2 , PEP ainsi les alarmes (pression, volume, apnée, batterie...).

La maintenance concerne principalement les batteries, joints, filtres anti bactériens, capteurs et cellule FiO_2 .

La ventilation non invasive (VNI) au masque est plus simple et moins traumatisante que l'intubation mais entraîne des fuites et ne procure pas d'étanchéité, notamment contre les retours gastriques dans les poumons.

Les principaux fabricants sont *Dräger Medical*, *GE Healthcare*, *Maquet*, *Air Liquide Healthcare*

▪ Modes de ventilation



En ventilation contrôlée, la pression pulmonaire est toujours supérieure à la pression atmosphérique : Pour forcer l'inspiration, il faut une pression extérieure positive.
(1cm H₂O \approx 1mBar \approx Patm/1000)

► La **ventilation contrôlée** peut se faire en **volume contrôlé** (plus simple), ou en **pression contrôlée** (adapté aux poumons traumatisés, de volume changeant ou mal connu, aux nouveaux nés).

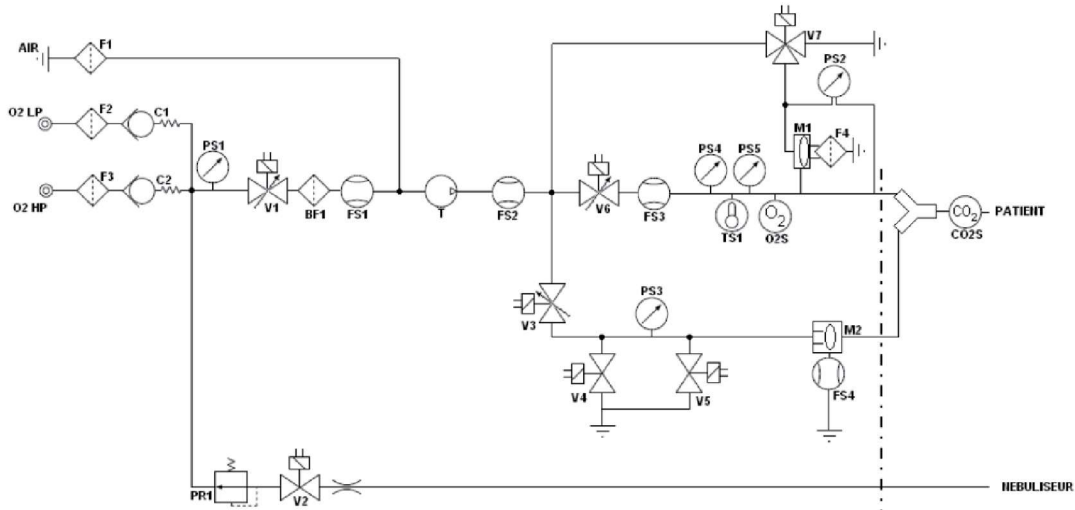
La **pression expiratoire positive (PEP)**, réglable, permet de maintenir une pression résiduelle dans les poumons en fin d'expiration en fermant la vanne expiratoire. Cette fonctionnalité peut s'appliquer à tous les modes et permet un meilleur fonctionnement des alvéoles pulmonaires.

► La **ventilation assistée** permet un sevrage progressif en minimisant les traumatismes dus à la lutte du patient contre le respirateur :

- ⇒ Le **'trigger'** (réglable) permet de déclencher les cycles mécaniques sur des appels inspiratoires en pression ou en débit du patient.
- ⇒ L'**aide inspiratoire (AI)** fournit une assistance en pression (réglable) lors des cycles inspiratoires.
- ⇒ La **ventilation assistée contrôlée intermittente (VACI)** autorise des cycles spontanés entre les cycles imposés par le respirateur.

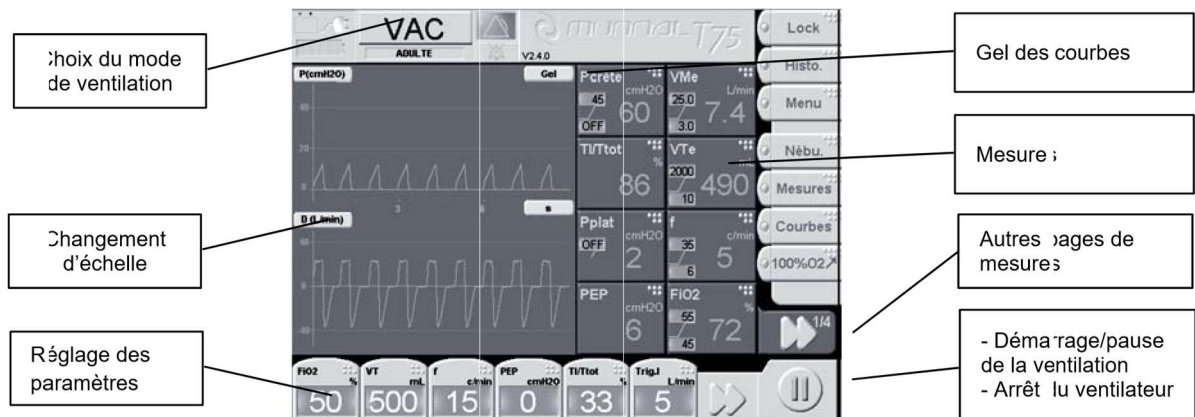
► La **ventilation spontanée (VS)** se fait à travers le respirateur. Celui-ci passe automatiquement en mode contrôlé (ventilation d'apnée) en cas de défaillance de ventilation du patient.

Etude du ventilateur de réanimation AIRLIQUIDE HEALTHCARE Monnal T75



L'interrupteur Marche (vert) est situé à l'arrière de l'appareil

Chaque changement dans le paramétrage doit être validé par un appui sur le bouton rotatif



Ce respirateur ne nécessite pas une alimentation en Air Comprimé Médical et Oxygène (3.5 Bar), il compresse l'air ambiant par une turbine.

Pour imprimer les courbes, geler les courbes, prendre une photo avec un smartphone, puis l'imprimer avec *Paint* en **inversant les couleurs** sur le PC côté fenêtre (le cordon micro-USB est sur le PC)

1. Etude des courbes de pression et débit en volume contrôlé (mode VAC) Réglez :

une FiO2 de 21%

un volume courant (VT) de 400ml

une fréquence de 12 cycles/minute

une PEP de 0.

une durée d'insufflation de 33%

un plateau (Tplat) de 20% de Ti

Imprimez et commentez les courbes obtenues : Annotez Pmax, durée plateau, temps d'inspiration...

En ventilation au masque (VNI) les fuites sont inévitables, utilisez le poumon test muni d'une pastille rouge et observez les différences de volume inspiré et expiré dans le menu *mesures*.

A quelles conséquences et corrections pensez-vous ?

2. Etude et contrôle de la PEP (Pression Expiratoire positive)

Programmez une PEP de 10cm H₂O, observez les conséquences sur les courbes de pression et débit. Vérifiez la correspondance entre le réglage et la réalité.

3. Etude et contrôle du trigger (seuil de déclenchement)

En mode volume assisté (VAC), réglez le seuil (trig) à 3 cm H₂O (niveau sous PEP) ainsi qu'une fréquence faible de 8c/min. Vérifiez que la pression de déclenchement d'un cycle correspond bien à celle programmée en écartant les flasques du poumon pour créer une dépression. Imprimez et annotez cette courbe de pression.

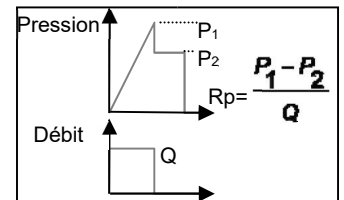
4. Comparaison des courbes en volume et pression contrôlée

Comparez et commentez les courbes de pression et débit en mode pression contrôlé (VPC) et volume contrôlé (VAC) : Comment et pourquoi peut-on reconnaître du premier coup d'œil le mode en examinant les courbes à l'inspiration ?

5. Mesure de la résistance pulmonaire

Parcourus par un débit Q, les rétrécissements des tubulures du respirateur et des bronches entraînent une perte de pression proportionnelle au débit.

La résistance pulmonaire s'exprime par : $R_p = \frac{\Delta P}{Q}$



Cette résistance explique la chute brutale de pression, en volume contrôlé, juste avant le plateau.

→ Pour une PEP à 0, et une durée plateau de 20%, calculez cette résistance statique et comparez-la à la résistance bronchique d'un adulte sain : entre 0,5 et 2 cmH₂O/L/s.

Pourquoi obtient-on une valeur nettement plus élevée ?

Dans les pages mesures le respirateur calcule la valeur de résistance dynamique. Effectuez cette mesure et comparez avec votre calcul.

La pression affichée est mesurée dans le respirateur : Le pic de pression observé avant le plateau est-il présent dans les poumons ?

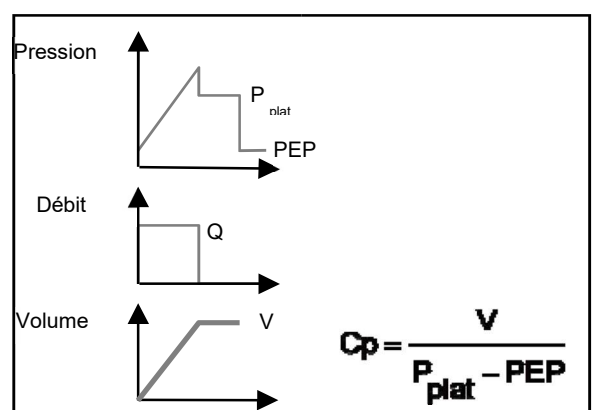
→ Placez un filtre entre la sortie inspiratoire du respirateur et la tubulure, mesurez la nouvelle résistance et commentez en envisageant la difficulté du patient à respirer en ventilation spontanée à travers le respirateur.

6. Mesure de la compliance pulmonaire

La compliance pulmonaire est la capacité du poumon à augmenter sa capacité en réponse à une augmentation de pression (élasticité). Elle est souvent exprimée en ml/cmH₂O selon la formule : $C_p = \frac{\Delta P}{\Delta V}$

Elle caractérise la distensibilité : en effet, la compliance est d'autant plus haute que la pression nécessaire pour amener le poumon à un volume donné est modérée.

La diminution de la compliance provoque une augmentation du travail ventilatoire que le patient va essayer de compenser en diminuant son volume courant et en augmentant sa fréquence respiratoire.



➔ A partir de la courbe de débit, tracez l'évolution du volume pendant l'inspiration jusqu'à la fin du plateau (le débit est la dérivée du volume !)

Comparez aux mesures de volume effectuées par le respirateur.

Calculez alors la compliance pulmonaire C_p en ml/cmH₂O.

Comparez la compliance de notre circuit (flexible+poumon-test) à la valeur normale pour un adulte (poumon seul) : 50ml/cmH₂O

Relevez et comparez la valeur de compliance dynamique mesurée par le respirateur.

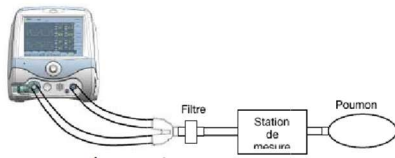
7. Tests, contrôles et maintenance

a. Tests

Effectuez une pause de la ventilation,

L'accès au menu Maintenance se fait par l'appui simultané sur la roue codeuse ainsi qu'un appui au centre de l'écran. Réalisez et listez les tests automatiques.

b. Contrôle des performances (pour information)



N°	Points à contrôler	Objectifs
1	VENTILATION PEDIATRIQUE	
1.1	Mode VAC Constant	
	Paramètres ventilatoires:	
	Vt : 150 mL	130 ≤ Vt (mL) ≤ 170
	PEP : 0 cmH ₂ O	PEP (cmH ₂ O) ≤ 1
	F : 35 c/min	34 ≤ F (c/min) ≤ 36
	Ti/Tot : 33 %	20 ≤ FIO ₂ (%) ≤ 22
	Tplat : 0 %	
	Trig I : OFF	
	FIO ₂ : 21 %	
	Débit : constant	

c. Maintenance préventive (pour information)

Synthèse de la maintenance préventive

Actions	Périodicité
Remplacement du joint lèvres de valve expiratoire	Annuelle
Etalonnage	Annuelle
Contrôle global de fonctionnement	Annuelle
Test électrique	Annuelle
Contrôle de la date et du résultat du dernier test batterie	Annuelle

Cellule o2

La durée de vie de la cellule O₂ est d'environ 5000 heures mais cette durée de vie est variable en fonction de la concentration d'oxygène utilisée, et de la température ambiante.

Vérification de l'autonomie de la batterie

Afin d'aider l'utilisateur dans le cadre de la vérification de l'autonomie de la batterie, une alarme acquittable « Prévoir test batterie ! » se déclenche tous les 6 mois.

Ce test est accessible en mode Veille en appuyant sur les touches [Menu] puis [Configuration machine].

Pour avoir accès à ce test l'appareil doit être branché sur le secteur et avoir une batterie complètement chargée. Le test peut durer plus de **3 heures**.

Ne rien connecter à l'appareil (circuit patient). Ne pas déconnecter l'appareil du secteur.

Au lancement du test, l'appareil va basculer automatiquement sur sa batterie interne, la décharger complètement puis rebasculer automatiquement sur le secteur. Une fenêtre affiche alors un score correspondant à l'Energie restant dans la batterie par rapport à l'Energie disponible sur une batterie neuve (autonomie d'environ 3 heures).

d. Appareil de test VT650

Afin de contrôler les mesures et les réglages du respirateur, l'utilisation d'un appareil de test est nécessaire

Le Gas Flow Analyzer VT650 est un analyseur de gaz à usage général avec des fonctions spéciales pour les tests de ventilateurs mécaniques de patient. L'analyseur mesure le débit d'air bidirectionnel, la pression différentielle haute et basse, la pression atmosphérique, la concentration en oxygène, ainsi que la pression, la température et l'humidité des voies aériennes.



A l'aide de la notice d'utilisation, brancher le VT650 entre le filtre et le poumon test, du circuit ventilatoire



En mode VC : procéder au réglage suivant du respirateur

- V : 500ml
- f : 10 c/min
- I/E : 1/2
- FiO2 : 21%
- PEP : 2 cmH2O

Comparer les valeurs affichées par le respirateur à celles lues sur l'appareil de test

▪ Etude en simulation du ventilateur de réanimation DRÄGER EVITA 4

Ce logiciel permet la simulation exacte du respirateur actuel EVITA 4. Vous pouvez le copier sur une clé USB et l'exécuter sur tout poste disponible.

Chez Dräger, les noms des modes de ventilation portent des noms un peu « barbares » :

Les trois modes possibles sont :

- SIMV pour volume contrôlé,
- IPPV pour volume contrôlé avec ventilation spontanée possible
- BIPAP pour pression contrôlée avec ventilation spontanée possible

Les indications numériques sont :

- f : fréquence respiratoire minute en bpm
- MV : volume par minute en L/min
- P_{peak} : pression crête en mbar
- V_{Te} : volume inspiratoire courant en L

Pour valider un mode il faut cliquer sur l'icône et valider en cliquant sur le bouton ④

Pour modifier une valeur, il faut sélectionner son icône, modifier la valeur avec ④ et valider en cliquant sur ④

1 Paramètres patient

2 Affichage modes et paramètres

3 Ecran principal

4 Ajuster la valeur sélectionnée et valider par clic

5 Quitter le logiciel

The screenshot shows the Dräger Evita 4 édition software interface. It features a top bar with 'Patient' and 'Evita 4 édition' labels. The main display area is divided into several sections: a top left section with 'SIMV' and 'A' mode indicators, a top right section with numerical values for f (12), MV (6.23), P_{peak} (13), and V_{Te} (.520), and a central section with two graphs showing pressure and flow over time. The interface includes various buttons and icons for navigation and adjustment, with numbered callouts (1-5) pointing to specific elements: 1 (Patient parameters), 2 (Mode and parameter display), 3 (Main screen), 4 (Adjust and validate value), and 5 (Quit software).

Préparation :

Pour commencer il faut valider la ventilation en cliquant sur ④


Positionnez la pression maximale à 30 mbar : bouton Alarm limits, valeur Paw, passez de 50 à 30 mbar

Pour afficher l'écran principal, actionnez l'icône



1. Prise en main

Le mode par défaut est SIMV (volume contrôlé), dans le menu patient (en haut à gauche), sélectionnez une résistance (R) de 10mbar/(l/s) et une compliance (C) de 50 mL/mbar

En activant le bouton *Mode settings*, observez le bon fonctionnement des réglages f, PEP, Vt... (N'oubliez pas de revenir à l'écran principal  après chaque réglage pour observer les deux courbes) Quelle est la relation existant entre MV, Vt et f ?

Parcourez les différents menus...Quels sont les dispositifs à calibrer par le technicien biomédical ?

2. Influence du diamètre du tuyau d'intubation en volume contrôlé

Dans le menu patient, modifiez le diamètre ID de la sonde d'intubation avec les valeurs extrêmes : 5mm et 12mm. Vous sélectionnez une sonde endo trachéale (ET) (Trach. Indique une intubation par trachéotomie)

Que provoque une diminution du diamètre dans ce mode ? Quelles conséquences pour le patient ?

3. Influence du diamètre du tuyau d'intubation en pression contrôlée (mode BIPAP)

Dans le menu patient (en haut à gauche), modifiez le diamètre ID de la sonde d'intubation en essayant les valeurs extrêmes : 5mm et 12mm

Que provoque une diminution du diamètre dans ce mode ? Quelles conséquences pour le patient ?

4. Influence des résistances pulmonaires en volume contrôlé (mode SIMV)

Dans le menu patient (en haut à gauche), observez les influences de la résistance pulmonaire pour des valeurs de 5 puis 20 mbar/(l/s). Corrélisez vos observations avec les résultats de la question 2

5. Influence de la compliance pulmonaire en volume contrôlé

Observez les influences de la compliance (C) pour des valeurs de 20 puis 100 mL/mbar

Que provoque une diminution du diamètre dans ce mode ? Quelles conséquences pour le patient ?

6. Influence de la compliance en pression contrôlée (mode BIPAP)

Que provoque une diminution du diamètre dans ce mode ? Quelles conséquences pour le patient ?

7. Bilan

Complétez les tableaux suivant (↗, = ou ↘) :

R↗	P _{crête}	débit _{insp}	Vt
Volume contrôlé			
Pression contrôlée			

C↘	P _{crête}	débit _{insp}	Vt
Volume contrôlé			
Pression contrôlée			