

Chapitre 1 : Etude d'un cahier des charges

- L'important est d'identifier les 2 concepts :
 - L'un exprime un besoin
 - L'autre indique comment réaliser un besoin

I.1 Cahier des charges

Pourquoi un cahier des charges ?

- Le cahier des charges, c'est la définition, l'expression écrite des besoins à satisfaire.

Quand ?

phase 00, ou phase A,

- Cahier des charges → Conception → Spécifications → Réalisation

Définitions

- Le terme "**cahier des charges**" désigne un document qui fera office de contrat entre deux parties.
- Ce document (**statement**) décrit les besoins d'un utilisateur en termes de fonctions à assurer et d'objectifs à atteindre.
- Le cahier des charges est un document identifiant une performance, une caractéristique physique, ou un niveau de qualité, définissant un produit, ou un procédé, pour lesquels une action sera développée.

Définitions

AFNOR norme NF X 50 151, 1984

• Document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en terme de fonctions de services et de contraintes.

Cahier des Charges et Spécifications

• Le cahier des charges

est *l'expression d'un besoin à satisfaire*, Le cahier des charges n'indique pas la manière de réaliser le besoin, ni un produit à fournir. Le cahier des charges est en amont de la conception.

• Les spécifications

indiquent *comment réaliser le besoin*. Les spécifications sont en aval de la conception, et en amont de la réalisation.

Le cahier des charges indique

- Le cahier des charges indique les fonctions à remplir (voir analyse fonctionnelle).
- Le cahier des charges indique la (les) performances (objectifs) associées aux fonctions à remplir.

Le cahier des charges donne

- Le cahier des charges donne l'enveloppe budgétaire.
- Le cahier des charges donne les contraintes (réglementation, sécurité, maintenance, etc..).
- Le cahier des charges donne l'objectif en temps.

Rédiger un cahier des charges

- Le cahier des charges est définitif (irréversible).
- La base d'un cahier des charges est la clarté, la concision, la simplicité
- A l'inverse d'une spécification, un cahier des charges peut être général, vague (par ex un cdc. indiquera « conforme à une norme x », alors qu'une spec. imposera $25 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$)

Rédiger un cahier des charges

Un cahier des charges correct exprime un besoin **nécessaire, réalisable, vérifiable**.

- **nécessaire** Le cahier des charges indique tous les paramètres nécessaires à la conception et réalisation du projet, mais ne doit pas exprimer des besoins qui ne sont pas nécessaires.
- **réalisable** Le cahier des charges exprime un besoin qui est techniquement et financièrement réalisable dans la cadre du planning du cahier des charges, et des moyens disponibles.
- **vérifiable** l'auteur du cahier des charges doit s'assurer qu'il existe des moyens de vérifier ce qui est requis

Rédiger un cahier des charges

- ❖ Un cahier des charges doit être complet, mais pas surabondant : pour chaque besoin exprimé se demander que se passe-t-il si on le supprime ?
- ❖ Cohérence: le cahier des charges doit exprimer des besoins qui ne se contredisent pas entre eux
- ❖ Les phrases et paragraphes doivent être courts
- ❖ Un cahier des charges doit rester aussi général que possible afin de ne pas brider la conception
- ❖ Un besoin s'exprime au futur, pas au conditionnel

Rédiger un cahier des charges

- Un cahier des charges doit être **clair**, cela veut dire que l'idée ou le besoin qu'il exprime n'est pas susceptible d'être interprété différemment de ce que pense le maître d'ouvrage.
- Le cahier des charges doit servir tout au long du projet : imposer une lecture difficile est le meilleur moyen pour que personne ne l'utilise.

Rédiger un cahier des charges

Un cahier des charges est en général composé de quatre parties. :

- La **première** explique pourquoi le projet existe, quels sont ses objectifs et qui le pilote : rôles respectifs de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre, procédures de validation, etc...
- La **seconde** présente les besoins fonctionnels, techniques et organisationnels ainsi que les contraintes et les exigences.
- La **troisième** liste les prestations (assistances et appuis) et les livrables attendus.
- La **quatrième** définit le cadre de la réponse : planning de l'appel d'offres, documents attendus, règles de sélection, etc.

Ce qu'il faut éviter dans un cahier des charges

- **Les mots ambigus ou potentiellement ambigus**

rapidement, adéquat, et/ou, etc..., « dans l'état de l'art », suffisant, ancien, nouveau, augmenter, diminuer, « non limité à ... », minimiser, maximiser,

- **Expressions trop restrictives**

La charge utile sera de 30 kg

La charge utile sera inférieure ou égale à 30 kg

- Ne pas utiliser **minimum** et **maximum**, mais « pas supérieur à... » et « pas inférieur à... »
- Eviter **les redondances** (répétitions)

Erreurs fréquentes

- On décrit un produit ou des mises en œuvre au lieu d'exprimer un besoin. **Se poser la question** pourquoi ? à chaque déclaration.

Le danger quand on décrit un produit au lieu d'exprimer des besoins, est de croire que tous les besoins sont couverts par le produit indiqué.

- On indique comment il faut faire au lieu d'indiquer ce qu'il faut faire.
- Usage de termes incorrects : les mots **est, était, doit**, ne doivent pas être utilisés dans un cahier des charges, mais dans des spécifications.
- Le fait qu'un besoin soit techniquement réalisable n'implique pas forcément qu'il est réalisable dans les conditions d'un projet donné.

Exemple : la Maison

- **Cahier des charges « incorrect »**

Concevoir une maison de 100 m² au sol, avec un étage, une salle de séjour de 30m² en plain pied orientée sud avec baies double vitrage en aluminium, 3 chambres de 12 m², un garage de 20m², une véranda de 10 m² orientée ouest. Elle devra avoir des murs en béton cellulaire, un chauffage géothermique pour diminuer les coûts de chauffage, et un toit en ardoise avec une pente de 45°.

- **Cahier des charges « correct »**

Concevoir une habitation pour une famille de 4 personnes, sur un terrain de 200 m². Elle aura un coût inférieur ou égal à 3 milliards de centimes, une consommation énergétique inférieure ou égale à 150 kWh /m²/an, et utilisera des matériaux conformes à la norme « x ». Le style sera conforme à l'architecture traditionnelle des maisons locales particulièrement avec une hauteur inférieure ou égale à 6.50 m. La livraison est 16 mois à passation de commande.

Exemples d'erreurs

- Faire une enceinte à vide de diamètre 1.2 m, hauteur 1.5 m, polie électrolytiquement.
- « L'étude et la réalisation seront faites dans **les règles de l'art** ».
- « Les détecteurs devront obtenir un rapport signal/bruit le **meilleur possible** (le plus élevé)».
- « La proportion de voies fonctionnelles sera **aussi élevée que possible** »

Exemple de cahier des charges trop contraignant

- Tous les logiciels devront être écrits en langage C.
- Tous les nouveaux logiciels seront écrits dans le même langage.
- Tous les nouveaux logiciels seront compatibles avec le système existant, et avec le langage C.

I.2 Spécifications

- Les spécifications indiquent comment réaliser le besoin défini par le Cahier des Charges, généralement elles décrivent un produit.
- Les spécifications reprennent les besoins du maître d'ouvrage mais exprimés cette fois par le maître d'œuvre qui va (faire) réaliser le produit.

Cahier des charges et spécifications

- Un projet a un cahier des charges.
- Chaque partie ou produit du projet peut avoir un cahier des charges et des spécifications.
- Chaque composant électronique ou mécanique peut avoir un cahier des charges et des spécifications

Spécifications (définitions)

- La spécification est un document qui décrit complètement un objet physique ou ses interfaces, résultant d'un cahier des charges (fonctionnelles, performances, contraintes sur caractéristiques physiques) ainsi que les conditions de qualification et procédures de réalisation, contrôle.
- La spécification est la définition écrite, découlant du Cahier des Charges des caractéristiques d'un produit en termes de fonctionnalités et de performances.

Spécifications

- Pourquoi spécifier ? Parce qu'en cas de problème ou retard suite à des exigences étranges et inattendues de la part du maître d'ouvrage, il y a toujours cette expression **contractuelle** du besoin sur laquelle s'appuyer pour régler d'éventuels litiges...
- C'est l'un des moyens de mieux formaliser et maîtriser la relation entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre.
- **Principe des spécifications** Tout ce qui y est décrit doit être réalisé (même si c'est "stupide").
- Une spécification, en plus d'être correcte, doit être compréhensible pour tout le monde,

Spécifications

- La spécification est une description détaillée d'une conception technique. Un plan, dessin de fabrication fait partie d'une spécification. Une gamme d'usinage, un déroulé opératoire sont aussi des spécifications.
- Cette description chiffrée du besoin doit rester compréhensible par le maître d'ouvrage qui a exprimé le besoin, par tous ceux qui auront à exécuter la spécification, tout en étant précise.
- La spécification doit être rédigée de manière telle que l'on puisse dire aisément si le produit est conforme ou non.

Ecrire des spécifications

- On commence par indiquer la raison d'être de la spécification
- La clarté du texte est essentielle. Les significations cachées ou doubles doivent être évitées. Les termes techniques doivent être référencés ou définis
- La terminologie utilisée dans la spécification doit être cohérente avec le besoin du demandeur du projet et la possibilité de compréhension du maître d'œuvre
- Les mots « **doivent** » et « **sera** » sont à éviter si possible.
- Si des informations manquent au moment de la rédaction des spécifications, indiquer « à déterminer ultérieurement » plutôt que de ne rien mettre.

Ecrire des spécifications

- Quand une caractéristique ou une performance est spécifiée, il faut indiquer les moyens par lesquels on peut la vérifier.
- Le mot **etc...** est à éviter car les contractants ne sont pas tenus de fournir quelque chose qui n'est pas spécifiquement mentionné.
- Le mot « **ou** » est à éviter, dans 50% des cas l'auteur pense « **et** ».
- Les mots vagues tels que « le mieux possible » ou « dans l'état de l'art » sont formellement proscrits.
- Une spécification doit être précise :

Ne pas écrire « le matériau recherché doit avoir une bonne tenue thermique ». Mais : « le matériau recherché doit tenir une contrainte mécanique de 100 à des températures inférieures ou égales à 150°C »

Ecrire des spécifications

- La plupart des ingénieurs supposent que les utilisateurs des spécifications sont des ingénieurs ayant les mêmes connaissances et mêmes expériences. Un tel point de vue est erroné, dans la mesure où les personnes qui liront les spécifications ne sont pas toutes des ingénieurs.

→ Les acronymes utilisés dans une spécification doivent être tous définis (dans un glossaire), les mots spécifiques à un métier doivent être définis.

- Les spécifications ne doivent pas être ambiguës :
 - Les rondelles ne seront pas nettoyées en raison de la corrosion
 - La corrosion est une raison pour ne pas nettoyer les rondelles.
 - Les rondelles ne seront pas nettoyées car le nettoyage induit la corrosion.

Exemple de spécification matière

- Nuance : acier inoxydable austénitique, désignation numérique 1.4306, désignation symbolique X2 CrNi 19-11
- Norme de référence : EN 10088-2 de novembre 1995 sur les aciers inoxydables d'usage général en tôles et bandes.
- Composition chimique : le contractant fournira une analyse avec teneurs en azote et en hydrogène. Une contre-analyse de la teneur en hydrogène sera effectuée. Procédé employé, teneur, précision de la mesure feront l'objet d'un procès-verbal
- Caractéristiques mécaniques : la **Re0.2** à l'état recuit doit être $> 290 \text{ N/mm}^2$ à 20°C et $> 200 \text{ N/mm}^2$ à 150°C. L'aciériste réalisera un essai de traction aux températures de 20°C et 150°C avec mesure de limite élastique à 0.2% et 1%. Avant l'essai un recuit à 1050°C pendant 1 heure sera effectué sur les éprouvettes afin d'éliminer tout écrouissage résiduel.

La pratique.....

- La réalité est plus complexe que le cours
- Il peut exister plusieurs niveaux de cahiers des charges et spécifications dans des équipements qui deviennent complexes.
- Un cahier des charges conduit à une spécification pour une entreprise qui elle-même donnera lieu à des cahiers des charges pour les corps de métier.
- Par exemple un cahier des charges de « légèreté et transparence » pour un détecteur de particules donnera lieu à une spécification matière avec caractéristiques précises. Cette spécification matière va devenir un cahier des charges pour un bureau méthodes, qui va émettre des spécifications pour les opérateurs sur machines.

Particularités de la recherche publique

- Le **maître d'ouvrage** est celui qui **émet le cahier des charges**, qui commande et qui paye. Le maître d'ouvrage a pour interlocuteur le maître d'œuvre, qui peut être un architecte, un bureau d'études, une société d'ingénierie, une entreprise. Le **maître d'œuvre** passe des commandes d'études, de matériaux, de composants à des sous-traitants à travers des **spécifications**.
- Dans la recherche, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre sont dans l'organisme de recherche, les chercheurs étant le maître d'ouvrage, et les maîtres d'œuvre pouvant être les bureaux d'études, ou équipes projet des laboratoires, plus rarement des industriels.

I.3 Structure d'un Cahier des Charges

1 Présentation du projet

Contexte

Objectifs

Description de l'existant

Critères d'acceptabilité du produit

2 Expression des besoins

Besoins fonctionnels

Besoins non fonctionnels

3 Contraintes

Coûts

Délais

Autres contraintes

4 Déroulement du projet

Planification

Plan d'assurance qualité

Documentation

Responsabilités

I.4 Exemple de Cahier des Charges en Electronique

1 - Motif de projet et définition de la problématique

Cette phase consiste à évoquer les raisons de l'existence de ce projet

La Pandémie de Covid-19 a commencé à se propager en Algérie vers le 25 février 2020. Cette maladie est infectieuse et la plupart des personnes atteintes de ce virus ne ressentiront que des symptômes particuliers : la fièvre, une toux sèche, une sensation de fatigue. Certaines individus peuvent également avoir: des épuisements et des douleurs, une congestion nasale, un écoulement nasal, des maux de gorge, des diarrhées et des problèmes respiratoires au stade avancé.

Vue la situation sanitaire critique et le manque flagrant des appareils respiratoires à l'échelle national, et pour faire face à cet événement l'idée consiste à réaliser un projet local objectif et rentable. Il s'agit de s'engager à définir les grands axes de la conception d'un appareil respiratoire local. C'est un appareil médical d'assistance respiratoire, qui vise à assurer une ventilation artificielle des poumons .



2 - Objectif du projet

Ici, il faut définir l'objectif du projet avec ses résultats que l'on espère atteindre.

A long terme, L'objectif principal de la réalisation d'un appareil respiratoire c'est d'assurer l'oxygénation de l'organisme. Ainsi, on participe largement à diminuer le taux de besoin chez les services de traitement des maladies pulmonaires et respiratoires.

Actuellement, l'objectif de tout le monde est d'essayer à contribuer de près ou de loin à résoudre le problème respiratoire provoqué par Covid-19.

L'appareil, qui sera réalisé, doit répondre aux exigences et soucis sanitaires dans le cadre de l'insuffisance respiratoire. Donc, on doit chercher une solution à une infection pulmonaire dans ses diverses formes :

- Obstructifs (corps étranger entravant le passage de l'air) comme l'asthme, la mucoviscidose, la bronchite chronique ;
- Restrictifs (phénomènes diminuant le volume maximal de la cage thoracique) tels qu'une scoliose ou une pathologie neuromusculaire : on parle alors d'Insuffisance respiratoire chronique restrictive ;
- Traumatiques : pneumothorax, hémithorax.
- Détresse respiratoire : est une insuffisance respiratoire survenant de manière brutale

3 – Champ d'activité du projet

Il s'agit de décrire le périmètre d'activité et d'inscrire des limites de ce projet.

Actuellement, ce projet est une première expérience qui peut affronter plusieurs obstacles techniques et organisationnels. Alors, cette première phase de réalisation sera prescrite localement. Dans ce cas, on aura :

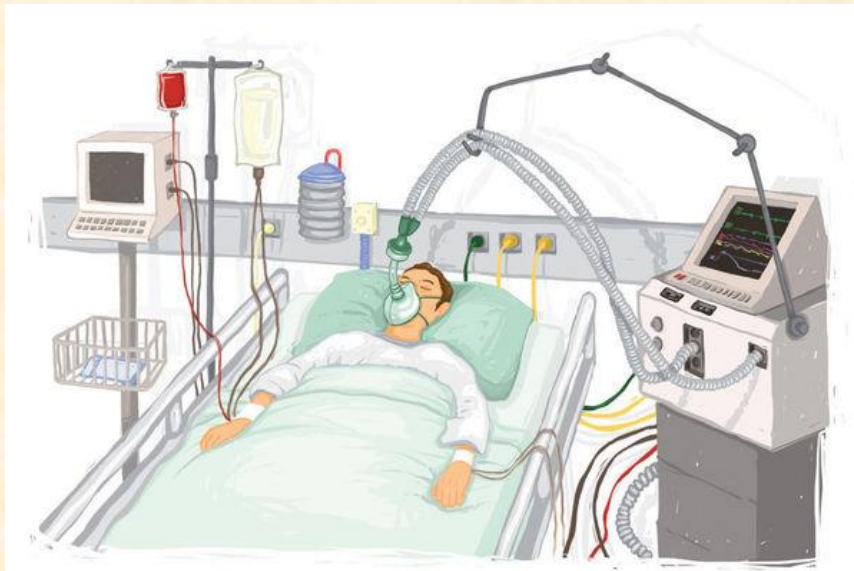
- un espace de contact limité (langue de dialogue et de communication administrative),
- le suivi sera un peu souple : il s'agit de définir le problème, identifier les causes, lancer les actions et enfin suivre les résultats.
- Ces actions consistent : à placer le plan (schéma synoptique de l'appareil) qui permet par la suite de définir le circuit, d'organiser, de planifier et de mettre en place l'ensemble des actes efficaces afin de gérer ce projet.

A long terme : une fois qu'on a réalisé notre projet, on pourra lancer un autre projet à caractère commercial et à périmètre plus vaste.

4 - Représentation des besoins

Dans ce cadre, on doit préciser les besoins en termes de fonctionnel et non fonctionnel

Les besoins fonctionnels et non fonctionnels représentent la première ressource pour la conception de toute application, logiciel, système, etc.

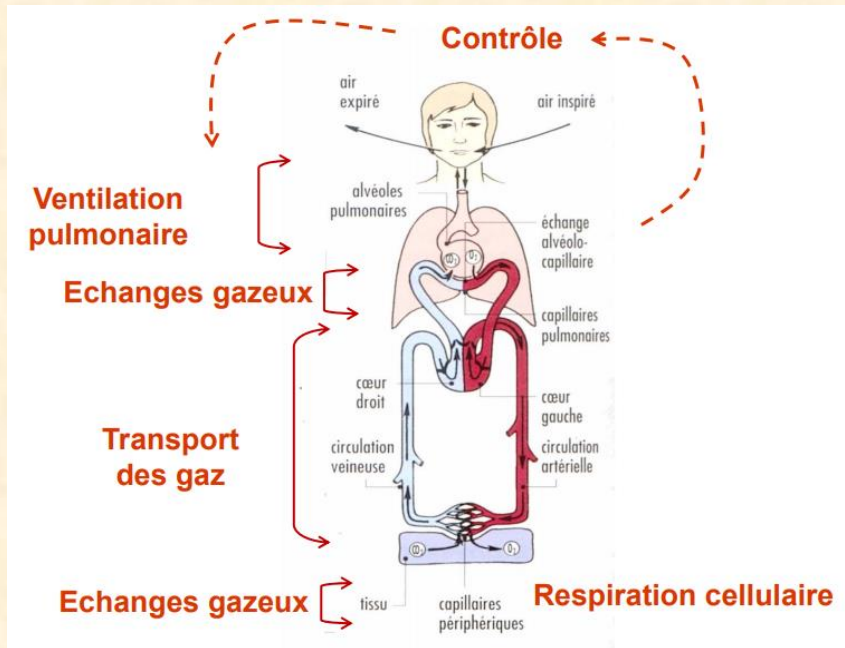


- **Exemple de Besoin fonctionnel** : Comment les respirateurs artificiels sauvent les cas critiques
- **Exemple de Besoin non fonctionnel** : Il est recommandé que la pression de plateau de monitoring, reflet du risque barotraumatique, doit rester en dessous de 30 cmH2O.

Besoins fonctionnels : c'est répondre aux questions **Qui-Quoi-Comment**. C'est aussi la description des services offerts aux utilisateurs et les collaborations et séquences (cas d'utilisation, diagrammes UML « Langage de Modélisation Unifié »).

Besoins non fonctionnels : c'est évoquer les **conditions – les modalités -les règlements - les conséquences**. Aussi, on peut les grouper dans le contexte des Contraintes : sur le produit (disponibilité, efficacité, fiabilité, maintenabilité), sur le processus de développement (normes), ou externes (légaux, coûts).

◆ Tout d'abord, on doit disposer des connaissances de base concernant l'Anatomie et physiologie respiratoire (étapes de respiration »

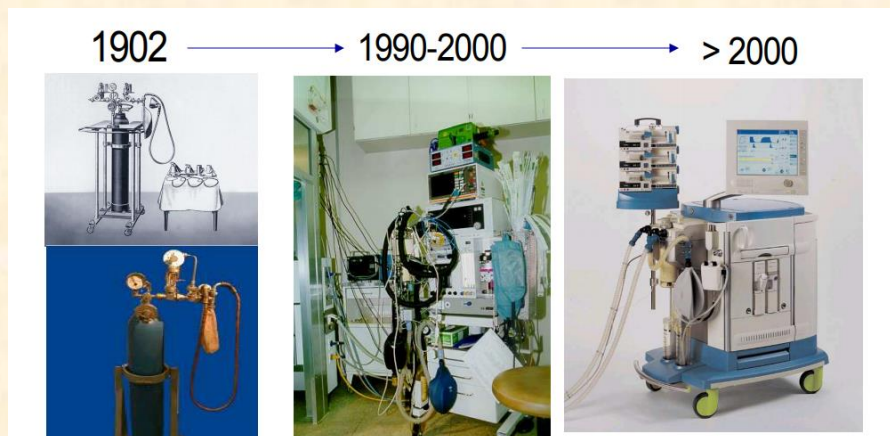


◆ Comprendre les indications et buts de la ventilation artificielle

Indications : Les cas qui nécessitent l'utilisation de la ventilation artificielle sont : Arrêt respiratoire ; Détresse respiratoire (hypoxémique ou hypercapnique) ; Choc ; Nécessité d'une analgésie majeure (anesthésie générale)....

Objectif : Amélioration des échanges gazeux, protection des voies aériennes....

◆ Connaître les différents types de respirateurs :



◆ Savoir les différents modes respiratoires :

- Volumétriques (débit) : Contrôlé ou partielle (VC-VAC-VACI..)
- Barométriques (pression) : Contrôlé ou partielle (PC-PAC-BIPAP...)
- Mixtes (combinés) : PAV-PPS-ASV...

Dans ce cadre, il faut maîtriser les notions de base: débit, volume et pression, cycle respiratoire (Inspirer et expirer), la fréquence respiratoire, réglages de base d'un respirateur, la surveillance d'un patient ventilé : conduite à tenir devant une augmentation des pressions (ventilation en volume) ou une chute des volumes (ventilation en pression), compliance, résistance.....

Compliance = résistance élastique : (la compliance décrit les propriétés élastiques de l'appareil respiratoire $C = \Delta V / \Delta P$)

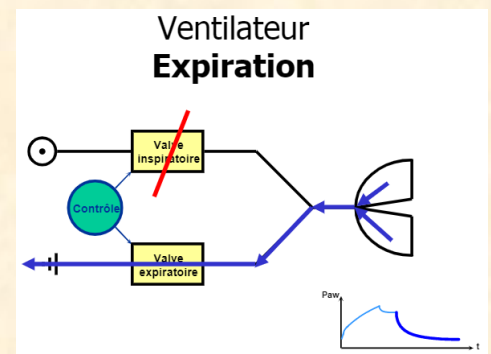
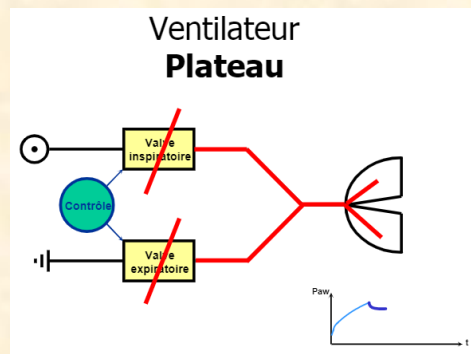
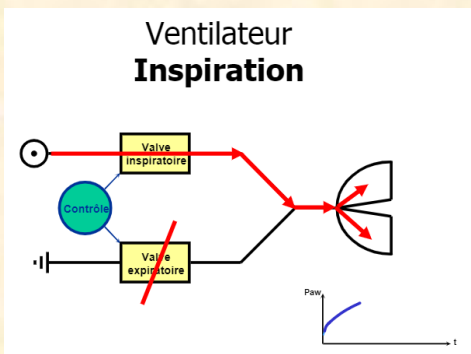
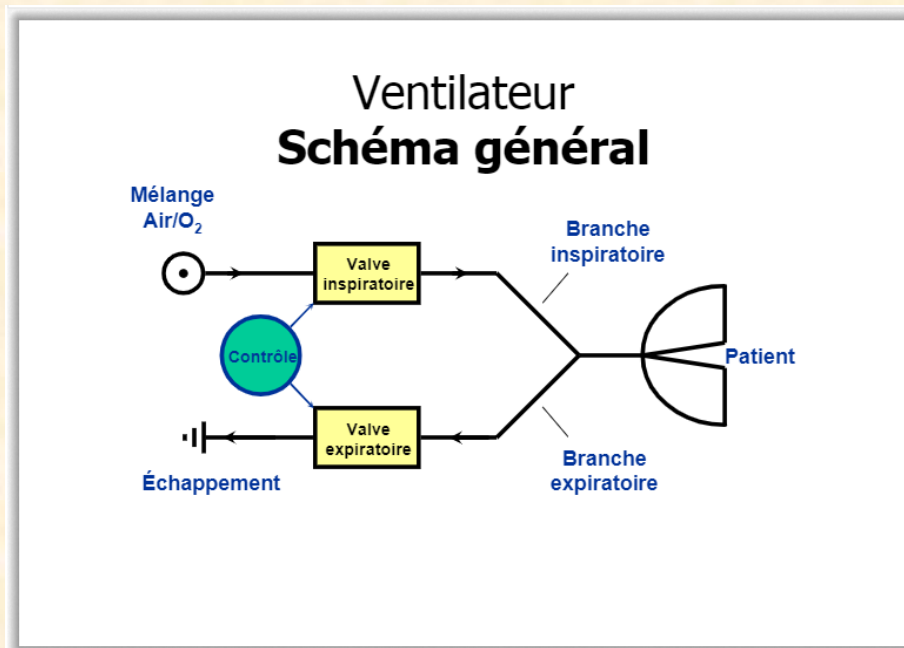
Valeurs normales (1 ml/cmH₂O/Kg de poids corporel):

Adultes : 70 - 100 mL/cmH₂O • Enfants : 10 - 40 mL/cmH₂O • Nouveau-nés : 3 - 5 mL/cmH₂O • Prématurés : < 3 mL/cmH₂O

Résistance = résistance dynamique

Adultes : 2 - 4 cmH₂O /L/sec • Adultes intubés : 4 - 6 cmH₂O /L/sec • Enfants : 20 - 30 cmH₂O /L/sec • Nouveau-nés : 30 - 50 cmH₂O /L/sec

◆ Ensuite, développer un synoptique de la ventilation artificielle



✚ 5 - Enveloppe budgétaire

Définir le montant financier qui doit être attribué au projet

Dans ce cas, le côté budgétaire est un facteur très important. Ce type de projet est évidemment coûteux, alors de préférence, il faut donner un grand intérêt à ce sujet et de bien préparer ce dossier afin d'atteindre l'objectif.

✚ 6 - Délais de réalisation

Fixez la durée de fabrication « date de livraison attendue de ce projet »

Le cahier de charge est limité par l'intervalle de temps nécessaire pour l'accomplissement de cette tâche « réalisation de l'appareil respiratoire ». Ce délai dépend de plusieurs facteurs « compétences ; disponibilité de l'enveloppe budgétaire ; lieu de travail favorable et démarches administratives souples.