



MAKERS FOR LIFE



MakAir

# MakAir

Un respirateur dédié au traitement du COVID-19  
et adapté aux besoins des médecins  
réanimateurs

Ce document a pour but de restituer les travaux réalisés lors des TIPE. Il est constitué de plusieurs questions concernant vos travaux et la démarche faite lors de vos recherches. Essayez de détailler au maximum vos réponses. Ces travaux vont permettre aux étudiants et aux chercheurs de suivre des pistes de recherche à partir de vos résultats trouvés sur le projet MakAir. Ce document sera rendu publique par la suite

### **Introduire simplement votre sujet de TIPE en lien avec MakAir**

Mon objectif était de déterminer l'impact de la compliance du tube sur la respiration. Peut-il influencer la respiration de telle sorte que les données mesurées par Makair en entrée du système {tube-poumons} soient différentes de celles dans les poumons.

### **Présentez le contexte de vos recherches ?**

Nous avons fait ses recherches dans le cadre du TIPE (2021/2022) dont le thème était : santé, prévention. Nous avons plus particulièrement mis en avant le covid mais aussi l'apnée du sommeil.

### **Quel était la problématique de vos recherches ?**

La problématique est : Construire un modèle patient en tenant compte de la résistance et compliance du tube et du poumon. La problématique étant commune avec mon collègue.

### **Est-ce que vos résultats répondent à votre problématique ?**

Dans l'ensemble oui. Même si mon TIPE se rapproche plus d'une ébauche de réponse qu'une réponse précise et complète.

### **Quelle a été votre démarche pour traiter cette problématique ?**

J'ai utilisé la littérature scientifique pour pouvoir modéliser le système {tube-poumons} grâce à une analogie entre la mécanique des fluides et l'électronique. Puis, j'ai fait des expériences sur le tube pour déterminer la compliance du tube. Enfin, en la comparant à des données sur la compliance des poumons à différents âges, j'ai pu voire l'impact de la compliance du tube sur le système.

### **Pourquoi avoir choisi cette démarche ?**

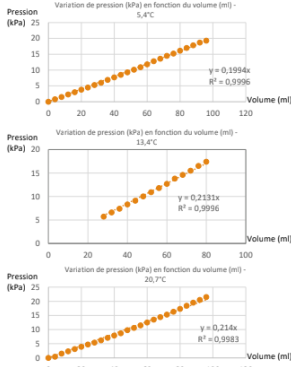

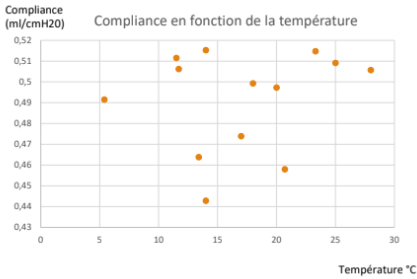
J'ai utilisé cette démarche car elle répondait aux demandes du TIPE (expériences obligatoire) et me semblait cohérente (en m'appuyant sur de la littérature scientifique).

Quels sont vos résultats ?

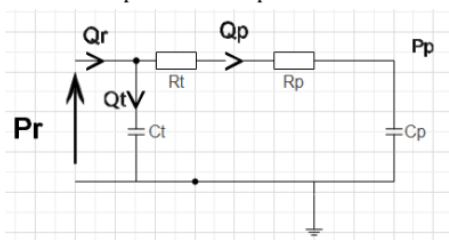
Expliquez-en 1 ou 2 phrases si vos résultats répondent à votre problématique

La conclusion de mon étude était que pour un nourrisson l'écart relatif entre le débit dans les poumons et celui mesuré en entrée du système {tube-poumons} est d'environ 15%, avec un tube classique. Au contraire pour les adultes, l'écart semble négligeable.

Introduisez les graphiques de vos résultats et leurs explications

Graphique	Explication																																		
<p><b>MESURE DE LA COMPLIANCE DU TUBE : TEMPÉRATURE</b></p>  <p>Expérience pour un tube standard :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A différentes températures</li> <li>- Envoi d'un volume dans le tuyau de manière quasi-statique</li> <li>- Mesure de la pression et du volume</li> </ul> 	<p>J'ai mesuré la compliance du tube grâce à la « super syringe method ». J'ai envoyé un peu volume dans le tube, avec une seringue, toute les 5 minutes pour pouvoir avoir l'évolution de la pression en fonction du volume. J'ai fait cela à différentes températures.</p> <p>Cela m'a donné des courbes modélisables par une fonction linéaire. La compliance du tube est alors constante sur cette plage de pression/ volume. Ce qui est généralement admis dans la littérature.</p>																																		
<p>Variation de la température négligeable sur la plage de température étudiée</p> <p>Variation constatée des valeurs surement due à une incertitude sur les mesures</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Degrés (°C)</th><th>Compliance (ml/cmH20)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>5,4</td><td>0,49147442</td></tr> <tr><td>11,5</td><td>0,51148225</td></tr> <tr><td>11,7</td><td>0,50619835</td></tr> <tr><td>3,4</td><td>0,4637736</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,44283778</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,51524711</td></tr> <tr><td>17</td><td>0,47388781</td></tr> <tr><td>18</td><td>0,49923586</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,49720954</td></tr> <tr><td>20,7</td><td>0,45794393</td></tr> <tr><td>23,3</td><td>0,51470588</td></tr> <tr><td>25</td><td>0,50909091</td></tr> <tr><td>28</td><td>0,50567595</td></tr> </tbody> </table>  <p>Valeur de la compliance du tube (ml/cmH20)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Plage</th><th>[0,44283778 ; 0,51524711]</th></tr> <tr> <th>Moyenne</th><td>0,49144334</td></tr> <tr> <th>Ecart type</th><td>0,02396792</td></tr> </thead> </table>	Degrés (°C)	Compliance (ml/cmH20)	5,4	0,49147442	11,5	0,51148225	11,7	0,50619835	3,4	0,4637736	14	0,44283778	14	0,51524711	17	0,47388781	18	0,49923586	20	0,49720954	20,7	0,45794393	23,3	0,51470588	25	0,50909091	28	0,50567595	Plage	[0,44283778 ; 0,51524711]	Moyenne	0,49144334	Ecart type	0,02396792	<p>Sur une plage de température allant de 5 à 28 °C, je n'ai pas trouvé de variations flagrantes de la compliance. On peut ainsi considérer la compliance du tube comme indépendante de la température, sur cette plage de température.</p>
Degrés (°C)	Compliance (ml/cmH20)																																		
5,4	0,49147442																																		
11,5	0,51148225																																		
11,7	0,50619835																																		
3,4	0,4637736																																		
14	0,44283778																																		
14	0,51524711																																		
17	0,47388781																																		
18	0,49923586																																		
20	0,49720954																																		
20,7	0,45794393																																		
23,3	0,51470588																																		
25	0,50909091																																		
28	0,50567595																																		
Plage	[0,44283778 ; 0,51524711]																																		
Moyenne	0,49144334																																		
Ecart type	0,02396792																																		

Modèle représentant le patient et le tube



Type de patient	Compliance pulmonaire (Cp) (ml/cmH2O)	Résistance du tube et poumon (R) (cmH2O/(L.s <sup>-1</sup> )))	Valeur de $\tau$ (s)	Ecart relatif $\frac{Q_r - Q_p}{Q_r}$
Adulte	[100 ; 200]	2,3	$6,9 \cdot 10^{-4}$	$[2,4 ; 4,9] \cdot 10^{-3}$
Enfant	[40 ; 70]	8	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$[4,3 ; 7,44] \cdot 10^{-3}$
Nouveau-né	1,72	102	$2,6 \cdot 10^{-2}$	0,15

Voici la modélisation du tube et du patient grâce à un circuit RRCC.

J'en est déduit, grâce à la compliance du tube et des données issues de la littérature, l'écart relatif entre le débit dans les poumons et celui mesuré par le respirateur.

### Quels sont les problèmes que vous avez rencontrés ?

Sur cette première partie, le seul problème que j'ai eu est au niveau de l'incertitude sur les mesures de compliance. Le pressiomètre avait une incertitude sur la mesure d'un ordre de grandeur trop proche des valeurs de pression mesurées.

### Quels sont les pistes de recherche à approfondir suite à vos résultats ?

J'ai pu voir que certains scientifiques faisaient une distinction entre la compliance statique (, celle que j'ai mesurée,) et la compliance dynamique. On pourrait donc prendre en compte ces deux compliances. De plus l'inertie des poumons est parfois considérée pour des patients en surpoids. Enfin la prise en compte de la non linéarité de la compliance du poumon (voir cycle pression-volume) peut rendre les résultats plus réalistes.