

**MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY**

**FIABILITE DE L'APPAREIL KINESYSTEM  
A TRAVERS L'E.F.R.**

Rapport de travail écrit personnel présenté par Lionel LAMBLIN  
étudiant en 3ème année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du diplôme d'état de masseur-  
kinésithérapeute  
1993-1994.

## SOMMAIRE

	Page
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Le Controlair.....	1
1.2. Le Kinesystem.....	1
2. MATERIEL ET METHODE.....	2
2.1. Population.....	2
2.2. Matériel.....	3
2.2.1. Liste du matériel.....	3
2.2.1.1. Description du Kinesystem.....	3
2.2.1.2. Principe de fonctionnement.....	4
2.3. Méthode.....	4
2.3.1. Installation du patient.....	4
2.3.2. Prise de mesures.....	4
2.3.3. Conditions générales.....	5
2.3.4. Rôle du kinésithérapeute.....	5
3. RESULTATS.....	6
3.1. Présentation et classification des résultats.....	6
3.2. Etude statistique des résultats.....	7
4. DISCUSSION.....	11
4.1. Analyse des résultats.....	11
4.1.1. Répartition de la population en fonction des résultats.....	11
4.1.2. Analyse statistique des résultats.....	11
4.1.3. Remarque.....	12
4.2. Utilisation du Kinesystem en kinésithérapie respiratoire.....	13
5. CONCLUSION.....	13

## RESUME

Le Kinesystem est un appareil respiratoire servant à la spirométrie incitative. Il possède également un gros avantage par rapport aux autres appareils de ce type, celui de réaliser des épreuves fonctionnelles respiratoires (ou E.F.R.) .

Nous allons démontrer dans ce travail que les valeurs des E.F.R. réalisées sur le Kinesystem sont fiables et reproductibles dans le temps.

Nous prendrons pour cela, un échantillon de population constitué de 30 personnes, comprenant 20 sujets sains et 10 sujets pathologiques. Les mesures seront effectuées sur deux jours consécutifs, à des heures identiques.

## 1. INTRODUCTION.

En kinésithérapie respiratoire, le thérapeute a besoin d'établir un bilan simple, afin d'évaluer le sujet et de pouvoir cibler le traitement. Ce bilan peut être réalisé au moyen d'une Epreuve Fonctionnelle Respiratoire (E.F.R.).

Les deux appareils les plus couramment utilisés, capables aujourd'hui de répondre à cette nécessité, sont :

- le Controlair,
- le Kinesystem,

les autres ne servant uniquement qu'à la spirométrie incitative.

### 1.1. Le Controlair.

Le Controlair est un boîtier électronique relativement perfectionné, qui a fait l'objet d'une étude exposée au cours du Congrès de Pneumologie de décembre 1992 à Paris (5). Cette étude tend à montrer que les valeurs de l'E.F.R. réalisée ne seraient pas reproductibles dans le temps, l'appareil nécessitant donc un réétalonnage régulier.

### 1.2. Le Kinesystem.

Le Kinesystem associe un micro-ordinateur et un logiciel spécialisé, connectés à un spiromètre. Lors de l'Epreuve Fonctionnelle Respiratoire, le thérapeute peut donc visualiser sur un écran la courbe Débit-Volume au moment même de l'expiration du sujet. Il peut ensuite

apprécier grâce à des tableaux et des histogrammes très simples, les valeurs :

- de la capacité vitale (C.V. en litres),
- de la capacité vitale forcée (C.V.F. en litres),
- du volume expiratoire maximal par seconde (V.E.M.S. en litres par seconde),
- du débit de pointe expiré (D.E.P. en litres par seconde),
- du rapport de Tiffeneau (V.E.M.S. / C.V.F.).

L'ordinateur affiche directement les valeurs, et enregistre le bilan spirométrique (ou E.F.R.) effectué, ce qui permet au thérapeute de confronter les différents bilans réalisés avant, pendant et après le traitement.

Le but de ce travail écrit sera donc de savoir si les Epreuves Fonctionnelles Respiratoires réalisées sur le Kinesystem sont fiables, et reproductibles dans le temps. Nous réaliserons donc, sur deux jours consécutifs, les différentes mesures du bilan spirométrique que nous venons d'énumérer ci-dessus. Nous choisirons pour ce faire un échantillon de population saine ou pathologique, quelle que soit la pathologie.

## 2. MATERIEL ET METHODE.

### 2.1. Population.

Elle se compose de 30 sujets :

- 20 sujets sains.

Ceux-ci regroupent 5 hommes âgés de 20 à 31 ans, dont 2 fumeurs, et 15 femmes âgées de 19 à 50 ans, dont 5 fumeurs.

- 10 sujets pathologiques.

Ces derniers sont représentés par 9 hommes âgés de 21 à 79 ans, dont 5 fumeurs, et 1 jeune fille âgée de 14 ans.

Les pathologies rencontrées sont de deux types :

- les pathologies purement respiratoires comme l'asthme, la bronchopneumopathie chronique obstructive, ou encore la pleurésie,
- les pathologies respiratoires associées aux troubles de la statique rachidienne, comme les scolioses idiopathiques.

## 2.2. Matériel.

### 2.2.1. Liste du matériel.

- un pince-nez,
- une chaise,
- un embout buccal cartoné, d'un diamètre de 25mm, à usage unique,
- l'appareil KINESYSTEM.

#### 2.2.1.1. Description du Kinesystem.

Le Kinesystem est un spiromètre informatisé, fabriqué par DATALINK, qui associe dans le but spécifique de la rééducation respiratoire :

- un spiromètre muni d'un capteur de haute précision,
- un logiciel spécialisé,
- un micro-ordinateur,
- une imprimante.

Il permet, en plus de la spirométrie incitative, de réaliser des bilans spirométriques (ou E.F.R) , en y associant la technique de biofeedback (le sujet visualise très facilement sur des courbes, tableaux et histogrammes, ses différentes capacités respiratoires).

#### 2.2.1.2. Principe de fonctionnement.

Le souffle du sujet entraîne la rotation d'une palette de très faible inertie, montée sur rubis. Le nombre de rotations, ainsi que les fréquences, sont calibrés grâce à une horloge à quartz, et numérisés avant traitement informatique.

### 2.3.Méthode.

#### 2.3.1.Installation du patient.

Le sujet est assis sur une chaise, avec un pince-nez, face à l'appareil, le spiromètre entre les mains.

#### 2.3.2.Prise de mesures.

Nous effectuons deux mesures. Le thérapeute va demander au patient:

- de réaliser une expiration forcée, lente et totale, après une inspiration maximale afin d'enregistrer la capacité vitale lente (C.V.L) .
- puis de réaliser une expiration forcée, rapide et totale, après une inspiration maximale, afin d'enregistrer la capacité vitale forcée

(C.V.F) ; cette dernière mesure permettra de calculer également quatre paramètres :

- le débit expiratoire maximum (D.E.M. en litres par seconde) .
- le débit expiratoire moyen à 25% (D.E.M. 25 en litres par seconde) .
- le volume expiratoire maximum par seconde (V.E.M.S. en litres par seconde).
- le rapport de Tiffeneau (V.E.M.S. / C.V.F) .

### 2.3.3. Conditions générales.

Le sujet observe un temps de repos d'une minute entre chaque mesure.

Chaque mesure sera répétée trois fois, et nous conserverons la meilleure.

Les mesures sont effectuées sur deux jours consécutifs, à des heures identiques.

### 2.3.4. Rôle du kinésithérapeute.

Le thérapeute veille à la bonne installation du sujet, à ce qu'il n'y ait pas de fuite lors de l'expiration, et procède à la validation des mesures.

Il motive également le patient, par des stimulations verbales.



### 3. RESULTATS.

#### 3.1. Présentation et classification des résultats.

Ce tableau regroupe les valeurs obtenues suite aux mesures réalisées, sur l'ensemble de la population choisie.

Tableau I : résultat des mesures.

	CV J1	CV J2	CVF J1	CVF J2	VEMS J1	VEMS J2	DEP J1	DEP J2	Tif. J1	Tif. J2	DEM25 J1	DEM25 J2
1	5,267	5,382	5,544	5,285	3,978	3,912	10,8	10,5	71,8	74	1,248	1,404
2	5,844	5,719	5,682	5,819	4,811	4,78	9,36	9,67	88,1	84,8	3,276	2,652
3	5,332	5,058	4,873	5,029	4,309	4,508	11,4	11,2	89,9	89,6	2,652	2,964
4	4,605	4,68	4,281	4,658	3,469	3,541	8,74	8,89	89	82,7	2,34	1,716
5	4,218	4,044	3,906	3,825	3,214	3,104	7,02	6,55	90,1	89	1,872	1,872
6	3,844	3,766	3,775	3,697	2,714	2,655	6,08	6,08	73,3	83,9	1,092	1,56
7	5,348	5,363	5,419	5,379	4,992	4,976	10,5	10,5	93,5	93,2	3,588	3,744
8	3,235	3,089	3,401	3,304	2,852	2,755	6,4	6,08	83,9	83,4	1,248	1,248
9	3,345	3,479	3,46	3,488	2,693	2,677	6,55	6,71	81	79,7	1,092	1,092
10	3,235	3,282	3,217	3,273	2,434	2,418	4,99	4,68	77,1	75,6	1,092	0,936
11	3,114	2,961	3,956	3,863	3,423	3,494	5,62	7,8	88,3	96,1	2,964	3,12
12	3,632	3,501	3,604	3,572	3,101	3,042	7,02	7,02	86	86	1,716	1,716
13	4,128	4,168	4,19	4,156	3,285	3,117	7,49	7,49	82,9	75,5	1,56	1,092
14	3,894	3,778	3,747	3,707	3,541	3,46	8,58	8,58	96,3	94	2,808	2,652
15	2,796	2,689	2,92	3,045	2,203	2,39	4,99	5,46	76,5	78,5	0,936	0,936
16	3,432	3,469	3,65	3,763	2,967	3,014	6,55	6,86	83,2	80,1	1,404	1,248
17	3,863	3,95	4,187	4,156	2,948	3,051	5,62	5,77	71,3	73,4	1,248	1,404
18	3,435	3,37	3,441	3,223	2,864	2,736	7,18	6,86	84,1	84,9	1,404	1,404
19	3,732	3,744	3,969	3,925	3,488	3,469	6,86	6,55	88,3	89	2,652	2,496
20	3,694	3,507	3,8	3,931	3,223	3,239	7,8	7,33	85	84,5	1,872	1,716
21	5,482	5,441	5,31	5,619	4,63	4,767	11,2	12	88,5	85,2	2,964	2,496
22	4,917	5,067	3,051	3,151	1,694	1,541	5,46	4,84	70,2	63,9	0,936	0,936
23	6,24	5,735	5,616	5,694	4,699	4,614	10,9	9,98	87,5	86,4	2,964	2,652
24	3,326	3,342	1,03	1,657	1,002	1,204	4,06	2,96	98	96,8	1,092	0,78
25	2,072	2,019	1,922	1,966	1,457	1,454	4,37	4,52	94,9	95,3	1,092	1,092
26	3,781	3,769	3,401	3,613	2,143	2,462	5,62	7,02	68,6	70,3	1,56	1,56
27	3,738	3,716	4,109	3,625	3,226	2,824	7,18	7,18	81,5	80,3	1,404	1,56
28	2,434	2,565	2,237	2,406	1,254	1,239	3,74	4,21	61,5	53,5	0,312	0,312
29	2,29	2,312	2,262	2,399	1,878	1,95	4,68	4,68	83	82,7	0,936	1,092
30	3,008	3,123	2,736	3,03	1,067	1,292	3,59	3,9	40,9	42,6	0,312	0,312

Cette figure donne une idée de la répartition de la population en fonction de la capacité vitale. Il semble que les valeurs, malgré les disparités de l'échantillon, se situent toutes dans une étroite fourchette.

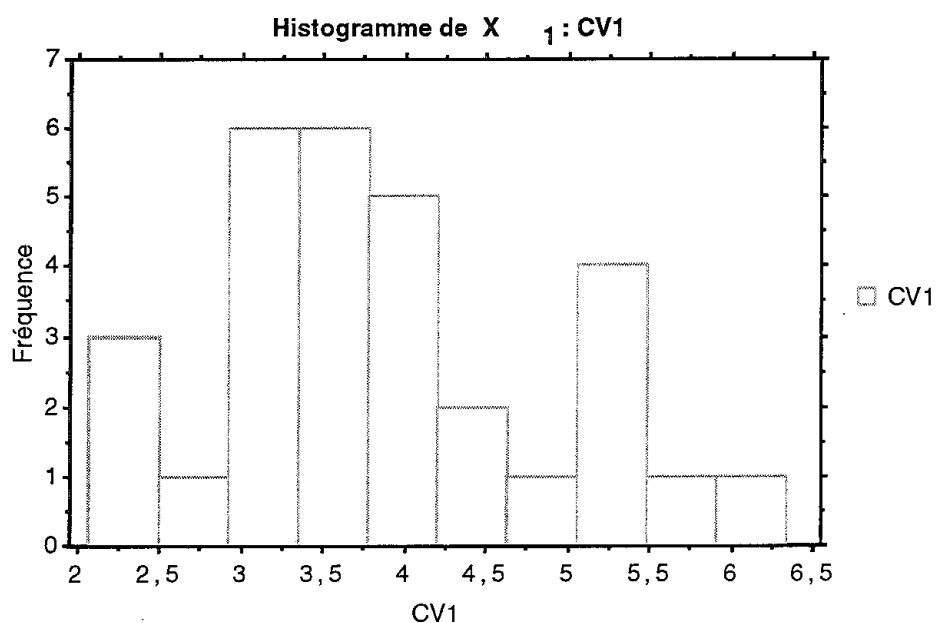


Figure 1 : répartition de la population en fonction de la valeur de la C.V. à J1.

### 3.2. Etude statistique des résultats.

L'étude statistique a été réalisée grâce au logiciel Stat View, sur Macintosh.

Tableau II : résultats des moyennes (MOY) et des écarts-types (ET) sur l'ensemble des données.

	CV J1	CV J2	CVF J1	CVF J2	VEMS J1	VEMS J2	DEP J1	DEP J2	Tif. J1	Tif. J2	DEM25 J1	DEM25 J2
<b>MOY</b>	3,9	3,9	3,8	3,8	3,0	3,0	7,0	7,1	81,8	81,2	1,7	1,7
<b>ET</b>	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	2,3	2,3	11,6	11,9	0,9	0,8
<b>MAX</b>	6,2	5,7	5,7	5,8	5,0	5,0	11,4	12,0	98,0	96,8	3,6	3,7
<b>MIN</b>	2,1	2,0	1,0	1,7	1,0	1,2	3,6	3,0	40,9	42,6	0,3	0,3

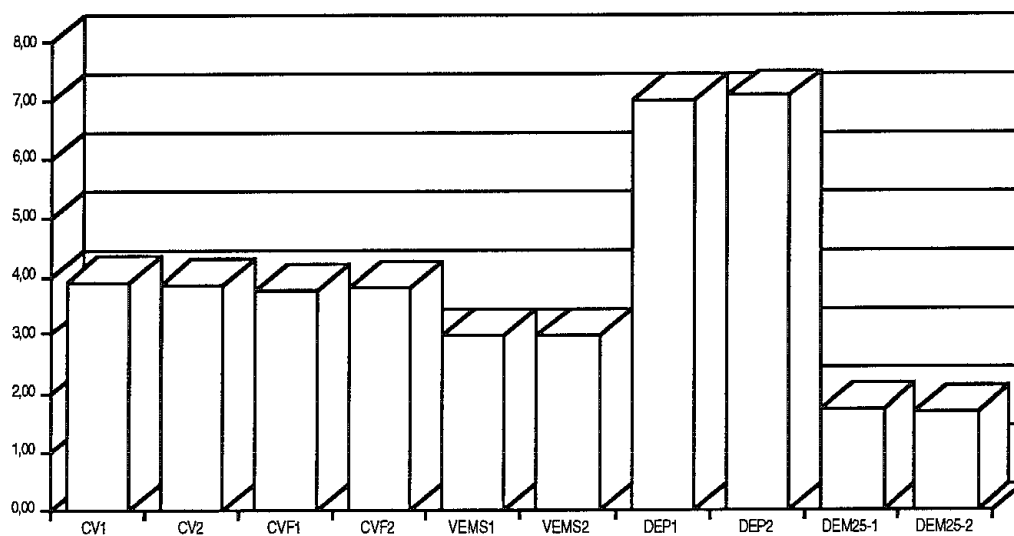


Figure 2 : histogramme comparatif des moyennes de chaque paramètre (sauf Tiffeneau, en figure 3) à J1 et à J2.

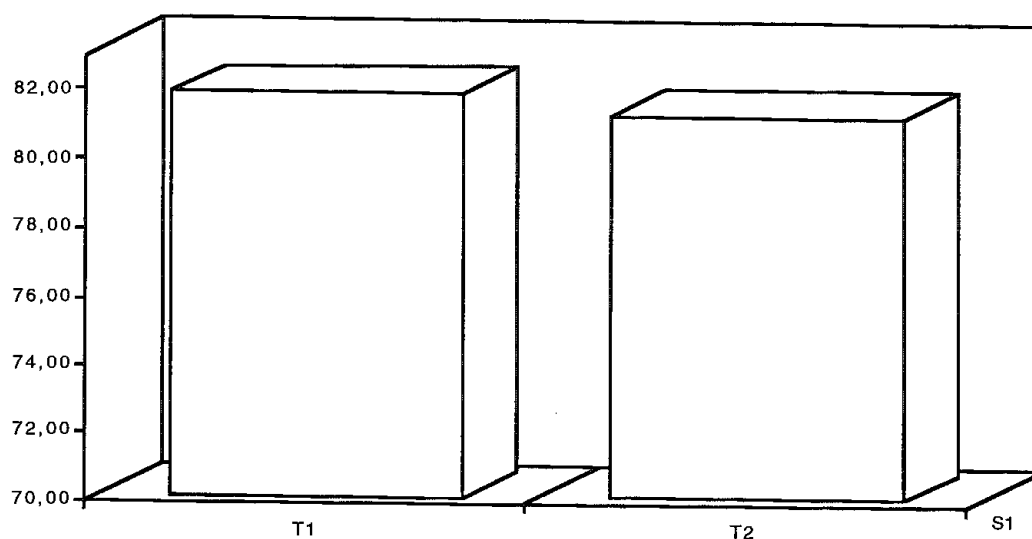


Figure 3 : histogramme comparatif du rapport de Tiffeneau à J1 et à J2.

D'après les figures 2 et 3, nous pouvons constater que les valeurs des moyennes à J1 et à J2, pour chaque paramètre, sont très proches (voire identiques pour le paramètre V.E.M.S.). Ceci semble se confirmer par les valeurs du tableau II.

Nous allons le vérifier grâce à une étude statistique plus scientifique en calculant le coefficient de corrélation et le test de Student :

- Le coefficient de corrélation indique le degré de liaison entre deux variables aléatoires. L'indice est égal à 1 si le degré de liaison est parfait. Plus il est proche de 1, plus les points sont voisins de la droite d'ajustement (exemple : pour le DEM 25, figure 4)

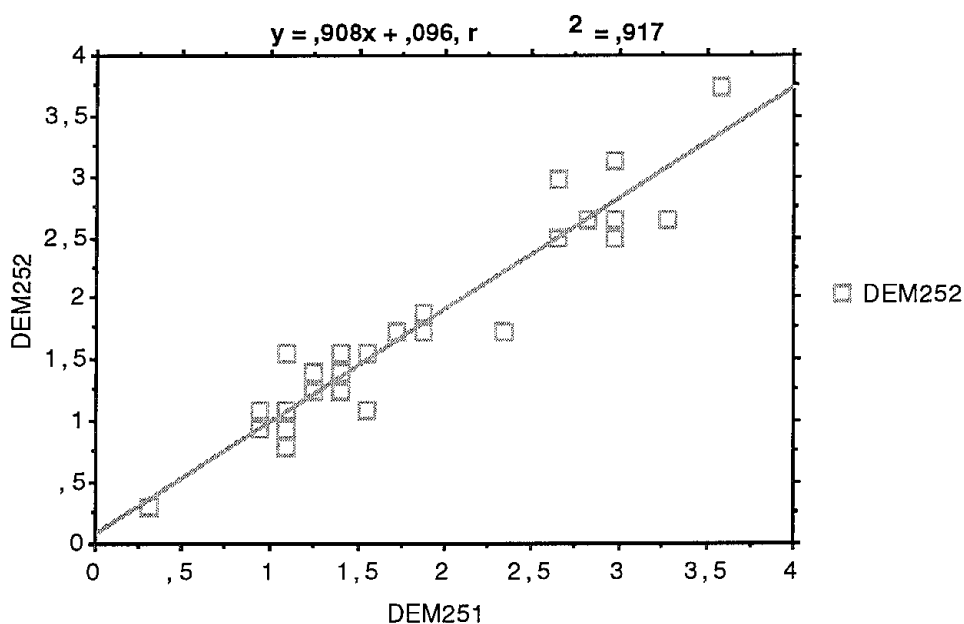


Figure 4 : droite d'ajustement entre le DEM 25 à J1 et à J2.

- Le test de Student permet de savoir si les différences entre les résultats obtenus sont statistiquement significatives. Ainsi, si le résultat du test est inférieur à 0,001, les différences sont statistiquement très hautement significatives ; s'il est inférieur à 0,01, les différences sont statistiquement hautement significatives ; et si le résultat est inférieur à 0,05, les différences ne sont que statistiquement significatives.

Tableau III : résultats du coefficient de corrélation (Corr) , et du test de Student (Test t).

	CV	CVF	VEMS	DEP	DEM25	Tiff.
<b>Corr.</b>	0,99	0,98	0,99	0,96	0,96	0,94
<b>Test t</b>	0,13	0,17	0,87	0,65	0,18	0,36

D'après ce tableau, les valeurs du coefficient de corrélation sont proches de 1, celles du test de Student sont toutes supérieures à 0,05, ce qui tend à prouver qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les résultats à J1 et à J2.

#### 4. DISCUSSION.

##### 4.1. Analyse des résultats.

##### 4.1.1. Répartition de la population en fonction des résultats.

D'après le tableau III, nous remarquons que les valeurs entre le minimum et le maximum sont très étalées. Par exemple, pour la C.V.J1 (capacité vitale à la première mesure), les valeurs vont de 2,1 litres à 6,2 litres. En effet, il faut rappeler que la population est composée de sujets sains et de sujets pathologiques.

Pourtant, si nous regardons la figure 1, toujours en prenant l'exemple de la C.V.J1, nous constatons que plus de la moitié des valeurs (17 sujets sur 30) sont comprises entre 3 litres et 4,5 litres. Ceci explique la faible valeur de l'écart type (1,06). En effet, les hommes, dont les capacités respiratoires sont généralement plus élevées que celles des femmes, sont plus nombreux dans la population pathologique (9 cas sur 10) et voient donc leurs capacités diminuer, alors que les femmes, dont les capacités respiratoires sont plus faibles normalement, sont largement majoritaires dans la population saine

(15 cas sur 20) et voient leurs valeurs s'approcher de celles des sujets hommes pathologiques.

Il en résulte donc l'obtention de résultats relativement homogènes, malgré l'hétérogénéité de la population choisie.

#### 4.1.2. Analyse statistique des résultats.

Après avoir constaté, d'après les figures 2 et 3, la quasi-similitude des valeurs des moyennes, pour chaque paramètre à J1 et J2, le coefficient de corrélation et le test de Student confirment la reproductibilité des valeurs à deux jours d'intervalle.

En effet, d'après le tableau III, les valeurs du coefficient de corrélation sont très proches de 1, 1 étant la valeur idéale. La plus mauvaise est le coefficient de corrélation entre la moyenne du rapport de Tiffeneau à J1 et celle à J2. Ceci s'explique par le fait que le rapport de Tiffeneau est le rapport du V.E.M.S sur la C.V.F, ces dernières valeurs n'ayant pas elles-mêmes un coefficient de corrélation parfait, cela ne fait qu'accentuer la médiocrité de l'indice du rapport de Tiffeneau.

Quant aux tests de Student, ils sont, pour tous les paramètres (voir tableau III), supérieurs à 0,05. Il n'y a donc aucune différence statistiquement significative entre les valeurs à J1 et celles à J2.

#### 4.1.3. Remarque.

Il est important de souligner dans ce chapitre, que les quelques différences retrouvées dans les résultats peuvent être assimilées à l'adaptation du sujet à l'appareil. En effet, le sujet comprend très vite

la manière dont il faut souffler, et s'il n'a pas réalisé l'exercice demandé de la meilleure façon qu'il soit par manque d'entraînement, il s'auto-corrige rapidement pour donner le meilleur de lui-même, et cela grâce notamment à la technique de biofeedback sur laquelle repose l'ensemble du programme du Kinesystem.

Les sujets ont donc tendance pour la plupart à mieux réaliser l'exercice le deuxième jour.

#### 4.2. Utilisation du Kinesystem en kinésithérapie respiratoire.

Cet appareil moderne, informatisé, présente par rapport aux autres appareils spirométriques beaucoup d'avantages, notamment celui d'apporter au thérapeute la possibilité de réaliser des bilans spirométriques fiables, élément essentiel en kinésithérapie respiratoire, puisque cela permet au thérapeute de situer le sujet avant le traitement, de cibler celui-ci et surtout d'en suivre l'évolution, en réalisant des bilans au cours de la thérapie et après celle-ci.

De plus, d'après DATALINK / LE BOOMARI (3), le Kinesystem offre une facilité d'utilisation non négligeable, permettant la pratique de bilans respiratoires et de la spirométrie incitative sans aucune connaissance informatique particulière.

## 5. CONCLUSION

L'hypothèse de départ affirmant que les valeurs obtenues lors des mesures, sur le Kinesystem, sont fiables et reproductibles dans le temps, est vérifiée. En effet, les statistiques effectuées sur les

résultats obtenus sur près de trente sujets sont excellents, tant pour l'étude comparative des moyennes à J1 et à J2, que pour le coefficient de corrélation et le test de Student.

Cependant, ce travail écrit a été réalisé en prenant des mesures sur deux jours consécutifs. Or, il faut souligner que sur cet intervalle de temps, les capacités respiratoires des sujets pathologiques ont très peu de chances d'évoluer dans un sens ou dans l'autre, ce qui pourrait expliquer les excellents résultats de l'étude statistique. Une étude semblable serait intéressante à réaliser en prenant les mesures sur un espace-temps plus conséquent, et en élargissant l'échantillon de population. Mais cela ne remettrait-il pas en cause la fiabilité et la reproductibilité des valeurs dans le temps ?

Ceci dit, les excellents résultats obtenus, ces sur un court laps de temps, laissent présager une fiabilité identique pour la spirométrie incitative. En effet, cet appareil qui présente l'avantage par rapport aux autres d'effectuer des bilans spirométriques fiables et reproductibles dans le temps comme nous venons de le montrer, permet également un travail en spirométrie incitative.

Grâce à la facilité d'utilisation de l'appareil, nous pouvons donc aisément l'employer pour divers exercices respiratoires, en débitmétrie et volumétrie. Le sujet travaille donc en tête à tête avec le Kinesystem, par l'intermédiaire de la technique de biofeedback, le thérapeute n'intervenant que pour la programmation des exercices de la séance, et le contrôle de la qualité du travail fourni.

Le Kinesystem est donc un outil précieux, complet et fiable, dans le domaine de la kinésithérapie respiratoire, agrémenté d'une facilité d'utilisation non négligeable.



## BIBLIOGRAPHIE

1. **ARTAUD M.** - La spirométrie incitative, une nouvelle technique de rééducation respiratoire. - Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation, 5ème série, Paris, Masson, 1980, 29-34.
2. **COMETH LABORATOIRES.** - Voldyne ; mode d'emploi d'un exerciceur respiratoire volumétrique. - Marseille, 38, boulevard Gay-Lussac, BP 120.
3. **DATALINK / LE BOOMARI.** - Kinesystem - Description d'un spiromètre informatisé. - Montpellier, 725, rue Louis Lépine.
4. **DP MEDICAL.** - Controlair ; mode d'emploi d'un appareil de mesure de paramètres ventilatoires. - Meylan, 7, chemin des prés.
5. **GOUILLY P., GNOS P.L., WOLTRAGER E., MULLER K., ROUSSE J.M., BERNEZ J.G.** - Controlair : appareil de mesure et/ou Flippair ? - Congrès de pneumologie, Paris, Décembre 1992.
6. **GRANT-PATERSON L., BUCHHOLZ-MOODIE N.** - Incentive spirometry : an adjunct to chest physiotherapy. - Physiotherapy Canada, November / December 1985, Vol. 37, No. 6, p. 388-393.
7. **REMONDIERE R., PIERRON G.** - Air Eze - Essai de matériel. - Annales de Kinésithérapie, 1984, tome 11, no. 9, p. 427, Paris, Masson, 1984.
8. **REMONDIERE R., PIERRON G.** - Tri Flo 2 - Essai de matériel. - Annales de kinésithérapie, 1984, tome 11, no. 9, p. 425-426, Paris, Masson, 1984.

- 9. RICO J.P.** - Utilisation de la spirométrie incitative en rééducation respiratoire chez le tétraplégique. - Annales de Kinésithérapie, 1980, 7, p. 387-397, Paris, Masson, 1980.
- 10. SANNIER J.** - Etude volumétrique respiratoire en fonction du morphotype avec l'appareil controlair. - Annales de Kinésithérapie, 1987, t.14, no. 4, p. 153-156, Paris, Masson, 1987.
- 11. SHERWOOD MEDICAL INDUSTRIES LTD.** - Tri Flo 2 - Spirométrie d'entraînement à débit variable. - Sainte-Geneviève-des-Bois, 11, avenue de la résistance.
- 12. SHERWOOD MEDICAL INDUSTRIES LTD.** - Respiradine ; mode d'emploi d'un spiromètre à calculateur intégré. - Sainte-Geneviève-des-Bois, 11, avenue de la résistance.
- 13. THUMERELLE M., GAUCHEZ H.** - Spirométrie incitative en rééducation. - Cahiers de Kinésithérapie, 1992, fasc. 156-157, p. 8-15, Paris, Masson, 1992.
- 14. VANDEVENNE A., SERGYSELS R., RAVEZ P., WORTH H., DE COSTER.** - Le support instrumental en kinésie respiratoire.- Revue des maladies respiratoires, 1988, tome 5, p. 463-489. Paris, Masson, 1988.
- 15. VARIORAW SA.** - Flutter VRP1 ; mode d'emploi d'un appareil de spirométrie incitative à visée expiratoire. - CH-1170 AUBONNE, SWITZERLAND.