

Institut de Formation en Massage-Kinésithérapie-Rééducation de Nantes  
54 rue de la Beaugerie  
44230 St Sébastien-sur-Loire  
02.51.79.09.79

**INTEGRATION DE L'UTILISATION DE LA SPIROMETRIE  
INCITATIVE DANS LE BILAN/TRAITEMENT DES  
COMPLICATIONS RESPIRATOIRES EN POST CHIRURGIE  
CARDIAQUE SOUS C.E.C.**

Nadiras Thibaut, Année scolaire 2008/2009

## **Résumé :**

Cet écrit a pour objet l'étude du rôle de la spirométrie incitative inspiratoire en tant que technique complémentaire de l'arsenal thérapeutique du kinésithérapeute dans le bilan/traitement des complications respiratoires après chirurgie cardiaque sous circulation extra corporelle.

Cette étude repose sur la prise en charge de onze patients pendant les dix premiers jours post opératoire.

L'analyse montre l'utilité de la spirométrie incitative inspiratoire dans le traitement de l'hypo ventilation post opératoire ainsi que dans le suivi global de l'état inspiratoire des patients. Cependant son utilité semble plus partagée quant à l'aide à l'évaluation des techniques kinésithérapiques utilisées.

## **Mots clefs :**

Spirométrie incitative inspiratoire

« Syndrome restrictif »

Chirurgie cardiaque sous C.E.C.

## SOMMAIRE

1	Introduction .....	1
2	La chirurgie.....	4
3	La C.E.C. ....	4
3.1	Principe de la C.E.C.....	4
3.2	Conséquence de la C.E.C.....	5
4	Complications respiratoires de la chirurgie cardiaque .....	5
4.1	Inhibition de la coupole diaphragmatique.....	5
4.2	Les épanchements pleuraux .....	5
4.3	L'atélectasie .....	6
4.4	La douleur .....	6
4.5	L'encombrement .....	6
4.6	Résumé.....	6
5	Traitement kinésithérapique des complications respiratoires de la chirurgie cardiaque .....	7
5.1	Ventilation dirigée.....	7
5.2	Auto drainage bronchique.....	8
5.3	Aide à la toux .....	8
5.4	Posture.....	8
5.5	Marche.....	9
5.6	Augmentation de l'ampliation thoracique.....	9
6	La spirométrie incitative.....	9
6.1	Principe d'utilisation de la S.I.....	9
6.2	Indication de la spirométrie incitative.....	10
6.3	Contre indication à la spirométrie incitative .....	10
6.4	Le matériel .....	11
6.5	Fréquence d'utilisation de la spirométrie incitative .....	12
7	Analyse .....	12
7.1	Protocole de l'analyse .....	12
7.2	Introduction.....	13
7.3	Utilisation de la SI dans le suivi des patients.....	13
7.4	Utilisation de la SII dans l'évaluation des techniques kinésithérapiques .....	15
7.5	Utilisation de la SII dans le traitement de l'hypoventilation .....	16
8	Discussion.....	18
9	Conclusion.....	18

# 1 Introduction

La chirurgie cardiaque présente comme particularité essentielle de nécessité, pour la plupart des cas, un arrêt du cœur avec l'utilisation d'un appareil de circulation extra corporelle (C.E.C.). Cette chirurgie, qui a connu un essor tout particulier depuis les années 1980, ne se limite pas aux interventions cardiaques mais comprend aussi la chirurgie de l'aorte thoracique et des artères pulmonaires qui exigent la C.E.C.

En post chirurgie thoraco-abdominale, il existe une importante diminution des volumes pulmonaires entraînant un syndrome restrictif. [1] Ces perturbations ne se corrigent que lentement dans les jours qui suivent l'opération et un déficit peut toujours être mis en évidence des mois après. [2]

Beaucoup de facteurs sont responsables de cet état : la C.E.C., la sternotomie, la présence des drains péricardique et pleuraux, le stress et la douleur post opératoire, l'immobilité et les antécédents propres aux patients (BronchioPathie Chronique Obstructive, Syndrome d'Apnée du Sommeil, Indice de Masse Corporelle, âge).

## 2 La chirurgie

La position du malade est le décubitus dorsal, un billot est placé sous les scapulas, sans dépasser du thorax pour éviter toute compression des nerfs ulnaires et radiaux. Les bras sont placés le long du corps et les membres inférieurs sont allongés. L'abord chirurgical est effectué par un sternotomie médiane puis une incision verticale du péricarde. [3]

Dès la section du sternum, son écartement n'est pas spontané. Il faut glisser dans la fente osseuse, un écarteur de Farabeauf de façon à pouvoir y glisser secondairement un petit écarteur de Tuffier. Ensuite c'est en plaçant un nouvel écarteur (de Finochietto voire de Guilmet) que l'écartement suffisant est obtenu pour permettre un large abord du médiastin.

La fermeture de la sternotomie se fait par rapprochement des deux héli sternums, après hématose et mise en place des drains. Elle est réalisée avec l'utilisation de fils de fer serrés entre les deux héli sternums et torsadés. [4]

Des drains sont également posés au niveau des bases pulmonaires et éventuellement au niveau péricardique. Ces drains seront pour beaucoup responsables des douleurs respiratoires post opératoires.

## 3 La C.E.C.

### 3.1 Principe de la C.E.C.

La C.E.C. permet de dériver le sang, tout en maintenant la circulation et l'oxygénation systématique afin d'immobiliser le cœur et d'obtenir la vacuité des cavités cardiaques au cours du geste chirurgical.

Schématiquement, le sang veineux mêlé est drainé au niveau des veines caves ou de l'oreillette droite, par un phénomène de gravité, il est récupéré dans un réservoir puis réinjecter par une pompe à travers d'un échangeur thermique et un oxygénateur vers une canule placée dans l'aorte ascendante. A ce système s'ajoute un circuit de récupération du sang dans le champ opératoire, un échangeur thermique qui permet de réguler la température du sang réinjecté et une pompe pour la solution cardioplégique. [5]

### **3.2 Conséquence de la C.E.C.**

La C.E.C. à des conséquences sur plusieurs fonctions de l'organisme. Sur le plan pulmonaire, la C.E.C entraîne une augmentation des vasculaires pulmonaires ainsi qu'une inflation hydrique par altération de la perméabilité capillaire avec une diminution concomitante de la capacité vitale jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour post opératoire. [5]

Le poumon n'étant plus ventilé durant tout le temps de l'intervention, il va avoir tendance à se « racrapoter », à se ratatiner sur lui-même, ce qui est également un facteur du syndrome restrictif retrouvé en post opératoire.

## **4 Complications respiratoires de la chirurgie cardiaque**

Ces complications sont multiples et ont un caractère non uniforme. L'épidémiologie de celles-ci reste imprécise étant donné la nature multifactorielle des causes pouvant entraîner ces complications. Cependant, il est intéressant de les connaître afin de justifier l'utilisation ultérieure de la S.I.

### **4.1 Inhibition de la coupole diaphragmatique**

En effet, une perturbation importante de la cinétique ventilatoire est causée par la sidération diaphragmatique. Celle-ci est due à plusieurs facteurs :

- L'anesthésie, qui entraîne une perte de tonicité musculaire, même en dehors de toute curarisation, et un relèvement des coupoles diaphragmatiques. Ceci a pour conséquence une diminution de la Capacité Résiduelle Fonctionnelle (C.R.F.) et aussi une modification dans la distribution de flux gazeux sans ajustement correspondant du flux sanguin.
- La technique opératoire en elle-même (cryogénéisation du médiastin) pouvant créer une perturbation de l'influx nerveux dans les nerfs phréniques.
- La présence des drains traversant le diaphragme au niveau de son insertion antérieur et sternal.
- La position de décubitus dorsal dans les premières heures qui ne favorise pas le fonctionnement du diaphragme et augmente sa fatigabilité en l'obligeant à repousser les viscères abdominaux pour effectuer son travail. [3]

### **4.2 Les épanchements pleuraux**

Les épanchements pleuraux, ou pleurésies, sont fréquemment rencontrés après prélèvement de l'artère mammaire interne (thoracique) ou lorsqu'il y a ouverture de la plèvre, ils résultent d'un déséquilibre entre la formation et l'évacuation du liquide pleural.

Dans le cadre des complications post chirurgie ceux-ci sont majoritairement de type mécanique, ou transsudats, et sont dus à la diminution de la pression intra pleurale en raison d'atélectasie ou de collapsus alvéolaire favorisant les mouvements liquidiens.). [6]

De plus, la défaillance de la pompe cardiaque limite la réabsorption liquidienne péricardique et donc entretient l'épanchement dans la cavité cardiaque.

### **4.3 L'atélectasie**

L'atélectasie correspond à une absence d'expansion alvéolaire entraînant une réduction du volume de tout ou d'une partie du poumon. Il y a alors une absence de ventilation dans la zone pulmonaire concernée. [7]

Au cours de l'intervention, le malade est anesthésié et sous l'action de la pesanteur, la cage thoracique tend à s'affaisser tandis que l'abdomen refoule le diaphragme dans le thorax. Il en découle une diminution de la C.R.F. Si celle-ci devient inférieure aux volumes de fermeture des petites voies aériennes, les bronches se ferment créant de nombreuses micro-atélectasies. Celles-ci sont souvent localisées dans la partie basse du poumon, la pression pleurale y étant la plus proche de la pression atmosphérique. [8]

Le mucus présent dans les espaces aériens est lui aussi initiateur de la création des atélectasies. Lors de l'intervention, par le manque de ventilation des poumons durant la C.E.C. le mucus présent dans les voies aériennes va créer des bouchons empêchant l'arrivée d'air et donc former des atélectasies.

### **4.4 La douleur**

La douleur est un facteur essentiel des complications post chirurgie. Les points douloureux sont essentiellement localisés à la suture sternale (provoquée par des adhérences cicatricielles et fréquemment un hématome sous cutané), au niveau abdominal haut par la présence des drains mais également en dorsal à deux travers de doigt de la ligne des épineuses et au niveau intercostal.

Cette douleur dorsale provient de la subluxation des articulations costo-vertébrales lors de l'écartement per-opératoire des deux hémis sternums. Cet écartement de près de vingt centimètres engendre des contractions réflexes des muscles para vertébraux, des atteintes des ligaments sterno-claviculaires (entorse), costo-vertébraux et intervertébraux, le tout associé à une fracture des cartilages costaux. [9]

Cette douleur est un des facteurs du syndrome restrictif retrouvé après la chirurgie en empêchant une ventilation physiologique et en obligeant une respiration superficielle.

### **4.5 L'encombrement**

Cette complication est récurrente en post chirurgie thoracique. Ces causes sont multiples :

- La mise en place de la C.E.C. provoque une inactivité totale des poumons créant un encombrement bronchique post-op.
- La douleur entraîne une hypoventilation pulmonaire conduisant à un encombrement bronchique et rend la toux inefficace ce qui empêche le désencombrement efficace.
- La sternotomie et le caractère agressif de la sonde endotrachéale créent une hyper sécrétion bronchique réactionnelle plus un œdème alvéolaire.
- L'intubation, placée pendant l'intervention, est responsable d'une diminution de l'activité des cils vibratiles, renforçant le processus d'encombrement.

### **4.6 Résumé**

L'ensemble de ces complications respiratoires viennent parasiter la mécanique respiratoire et sont responsables de ce qui pourrait s'appeler un syndrome restrictif post opératoire (le

syndrome restrictif se caractérisant par une diminution de l'aptitude à ventiler les poumons liée à une limitation de l'expansion thoraco-pulmonaire).

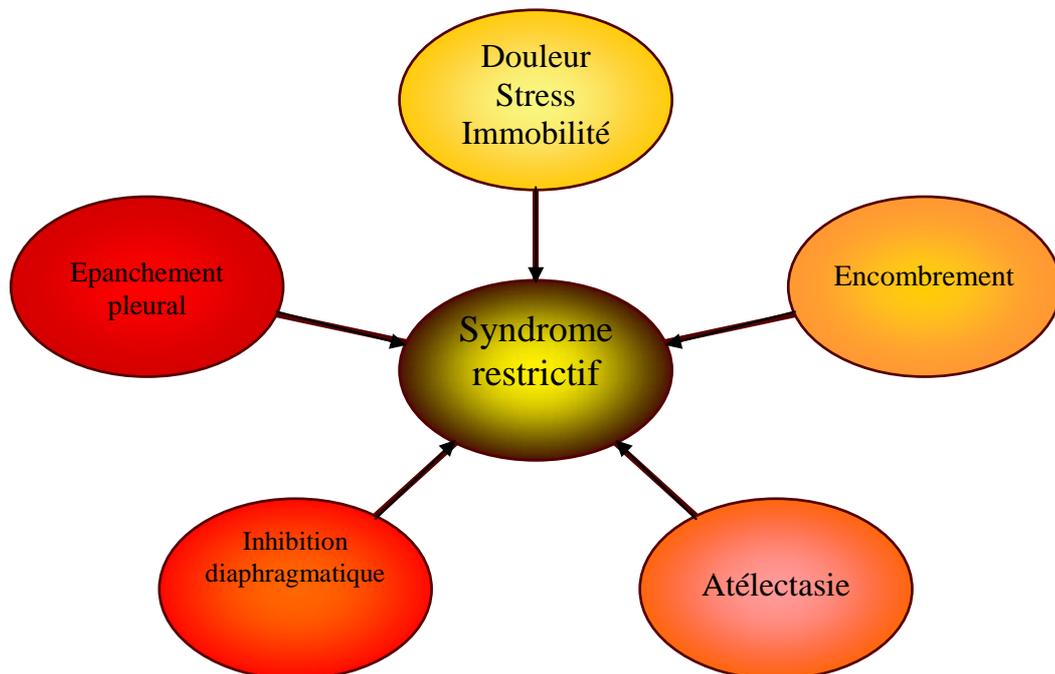


Schéma n°1 : origine du syndrome restrictif post opératoire

## 5 Traitement kinésithérapique des complications respiratoires de la chirurgie cardiaque

Cette étude analyse le rôle de la spirométrie incitative inspiratoire (S.I.I.) dans le traitement des complications respiratoires après chirurgie cardiaque. Cependant la spirométrie ne peut être le seul moyen thérapeutique, et doit être combinée à un ensemble de techniques afin de traiter avec une plus grande efficacité les déficiences présentes.

Cependant, même si une seule technique peut avoir une influence sur plusieurs complications respiratoires décrites ci-dessus, nous allons passer en revue l'arsenal thérapeutique à notre disposition sans sous entendre que ses méthodes sont administrés de prime abord au patient. Elles ne sont pratiquées qu'après un bilan kinésithérapique qui les justifiera.

Les différentes techniques seront énumérées mais sans leurs modalités d'application car cela ne concerne pas directement la problématique du travail écrit.

### 5.1 Ventilation dirigée

Ce terme définit une ventilation à grand volume et à fréquence lente effectué en modifiant la ventilation spontanée du patient. Cet exercice présente plusieurs intérêts :

- La prise de conscience ventilatoire vers une meilleure synchronisation des mouvements de la cage thoracique et de l'abdomen.
- La ré harmonisation du jeu musculaire par la récupération d'une morphologie dynamique efficace (essentiellement du diaphragme) et d'une meilleure endurance.
- L'augmentation de l'amplitude ventilatoire
- La localisation préférentielle de la ventilation dans une zone pulmonaire à désencombrer. [8]

## **5.2 Auto drainage bronchique**

C'est une technique de désencombrement pulmonaire utilisant l'augmentation du flux expiratoire pour mobiliser les sécrétions bronchiques. Son utilisation consiste en une expiration active ou passive à plus ou moins haut volume pulmonaire dont la vitesse, la force et la longueur peuvent varier pour trouver le débit optimal nécessaire au désencombrement pulmonaire.

Différents paramètres sont à régler pour la pratique de cette technique : le volume inspiratoire de départ, le débit expiratoire ainsi que les variations de pression intra thoracique. [8]

## **5.3 Aide à la toux**

Lors d'un effort de toux spontanée ou déclenchée, le thérapeute aide le patient de plusieurs façons :

- pendant la toux, les mains du thérapeute effectuent un maintien thoracique et une pression abdominale dans le but d'accompagner ses mouvements, de les accélérer afin d'en augmenter l'efficacité.
- Les mains du thérapeute doivent également maintenir les berges de la cicatrice afin de limiter la douleur pendant l'effort de toux. Cette technique est ajoutée à l'accompagnement thoracique cité précédemment. Il est également important d'apprendre au patient à se protéger lui-même en maintenant les berges de sa cicatrice. En effet, la douleur qui accompagne généralement la toux peut inciter le patient à réprimer celle-ci, situation qu'il faut éviter afin que le patient soit capable de se désencombrer, même en l'absence du kinésithérapeute.

## **5.4 Posture**

Le décubitus latéral : il est souvent difficilement toléré par le patient, et reste majoritairement pratiqué à l'ablation des drains afin de limiter les douleurs du patient.

- le coté supra-latéral :

Le travail respiratoire dans cette position permet de lutter contre les brides cicatricielles grâce à l'ouverture du cul-de-sac costo-diaphragmatique supra-latéral, des espaces intercostaux et au positionnement de l'hémi-coupole en position moyenne inspiratoire. Cette position permet également une meilleure ventilation du poumon supra latéral et l'entretien et le travail de la mobilité thoracique, souvent altérée à la suite de l'intervention [7]

- Le coté infra-latéral

Le travail respiratoire sur le mode expiratoire favorise la résorption liquidienne en augmentant la pression pleurale et en favorisant le drainage lymphatique. [6] Dans cette position le diaphragme est également travaillé dans toute sa course, ce qui permet également d'aider à lever son inhibition.

### Le semi-assis

La position assise ou semi-assise permet de libérer le diaphragme du poids des viscères se qui facilite sa contraction et donc permet de lutter contre sa sidération tout en limitant l'hypoventilation post opératoire. C'est pour cela qu'il sera conseillé au patient rester dans cette position le plus souvent possible et de la privilégier au décubitus dorsal.

## **5.5 Marche**

La mobilisation (mise au fauteuil, transfert, marche) est le moyen le plus simple et le plus efficace de diminuer le « syndrome restrictif pulmonaire ». Il permet également d'éviter ou de limiter la désadaptation à l'effort, d'éviter l'amyotrophie, les positions vicieuses et les troubles de l'équilibre. Les patients pris en charge après chirurgie tendent à devenir de plus en plus âgés, cela renforce l'indication de la mobilisation active en prévention des complications due à l'immobilité. [10]

## **5.6 Augmentation de l'ampliation thoracique**

De part l'hypoventilation post opératoire, les amplitudes thoraciques tendent à diminuer. Afin de limiter une hypo-mobilité thoracique, des exercices d'augmentation de l'ampliation peuvent être entrepris. Ceux-ci sont pratiqués en associant respiration et mouvements des membres supérieurs.

Ces exercices peuvent être effectués en décubitus dorsal, assis ou en décubitus latéral pour privilégier le travail du côté supra-latéral.

# **6 La spirométrie incitative inspiratoire**

La S.I.I. se définit selon Barlett et al. comme « un appareil qui encourage, au moyen d'un feedback visuel et/ou auditif, l'exécution répétée d'inspiration maximales soutenues ».

Largement utilisée dans les pays anglo-saxons, la S.I.I. a commencé à s'employer en Europe il y a une vingtaine d'années. Malgré cela, son utilisation dans la stratégie de soin reste mineure étant donné le manque de littérature sur le sujet, la rareté des études entreprises et la méconnaissance des kinésithérapeutes sur ce type d'appareil et ses conditions d'utilisation. Pourtant, la S.I.I. a toute sa place dans l'exercice kinésithérapique, et également dans le cadre de la prise en charge des complications respiratoires après chirurgie cardiaque.

## **6.1 Principe d'utilisation de la spirométrie incitative inspiratoire**

Le but de la S.I.I. consiste à faire réaliser par le patient des séries d'inspiration maximales soutenues, c'est-à-dire l'amener à inspirer un volume aérien proche de sa capacité pulmonaire totale (C.P.T.). C'est donc le volume d'air inspiré qui nous intéresse et non le débit inspiratoire. Il est ainsi préférable, lorsqu'on utilise la S.I.I., de privilégier le terme « aération », mettant l'accent sur la notion de volume gazeux, au terme « ventilation » qui privilégie plus une notion dynamique associant les volumes pulmonaires à la fréquence respiratoire.

Il faut être attentif sur un point, le but de la S.I.I. n'est en aucun cas le renforcement ou l'entraînement des muscles inspiratoires. En effet, un tel exercice requiert la mise en place d'une résistance inspiratoire, absente de ce type de matériel. De plus, un entraînement musculaire devrait se pratiquer préférentiellement dans un volume pulmonaire bas, correspondant à la zone de force maximale des muscles respiratoires, ce qui n'est pas le cas lors de l'utilisation de la S.I.I.

La définition de la S.I.I. met également l'accent sur la répétition des exercices, l'encouragement du patient et le bio-feed back. En effet, un des principaux caractères de la S.I.I. est de permettre au patient de prendre en charge une partie de sa rééducation. Pour cela, le kinésithérapeute devra expliquer le fonctionnement de l'appareil, vérifier que ses instructions sont bien comprises et l'encourager à s'exercer régulièrement, en fonction du

protocole adopté. Son rôle est donc autant instructif que thérapeutique. [11] Mais attention, les notions d'encouragement et d'apprentissage ne sont nullement assimilables à une quelconque aide apportée au patient et lui permettant de dépasser ses propres limites physiologiques ou fonctionnelles. La S.I.I. n'est totalement inefficace pour pallier les déficits de la pompe musculaire, souvent responsables de la restriction pulmonaire. L'incitation, par exemple en posant les mains sur le thorax du patient, pourra être utile afin de faire comprendre au patient l'effort attendu et donc l'éduquer, mais les résultats ainsi obtenus ne pourront être pris en compte tant le patient n'a pas réalisé ce travail « seul ».

## **6.2 Indication de la spirométrie incitative inspiratoire**

A l'origine, l'indication de la S.I.I. est la prévention ou le traitement des atélectasies postopératoires. Cette indication a d'ailleurs été validée dans les cahiers de kinésithérapie d'octobre 2001. En effet, l'étude sur l'intérêt de la S.I.I. entreprise par Mr H. Gauchez and al. , a validé le rôle de la S.I.I. inspiratoire sur la prévention des atélectasies et l'encombrement bronchique (niveau de validation III) [12]. Le principe thérapeutique de la S.I.I. repose sur l'augmentation de la pression transpulmonaire afin d'obtenir l'inspiration du plus grand volume d'air possible. L'hyperinflation engendrée doit pouvoir assurer la réouverture bronchique et permettre le recrutement des unités alvéolaires affaissées et atélectasiées. Même si cette indication reste d'actualité, il serait réducteur de ne pas élargir l'indication de la S.I.I. à toutes les situations pathologiques responsables d'un syndrome restrictif. Le mode de fonctionnement de la S.I.I. avec un mode inspiratoire lent, profond et une apnée télé inspiratoire, tant à augmenter le volume respiratoire, réexpandre le parenchyme pulmonaire et ainsi lutter contre un syndrome restrictif.

L'indication de la S.I.I. est aussi posée dans le cas de pathologies de la fonction musculaire (myopathies) ou des atteintes neurologiques donnant lieu à une restriction ventilatoire ainsi que dans les altérations de la coupole diaphragmatique mais cela ne concerne pas directement le sujet traité ici. [13]

En plus de son rôle curatif, la S.I.I. est également efficace comme moyen de surveillance des volumes pulmonaires, principalement de la capacité vitale et du volume de réserve inspiratoire, chez les patients respirant spontanément en période postopératoire. Une diminution brutale des performances ventilatoires pourrait être utile pour détecter l'apparition d'une détérioration de la fonction pulmonaire [14]. Cela est également intéressant pour évaluer l'amélioration du patient et l'efficacité des techniques kinésithérapiques appliquées.

## **6.3 Contre indication à la spirométrie incitative inspiratoire**

Lorsque la S.I.I. est appliquée selon les recommandations du fabricant, on considère qu'il n'existe pas de contre indications directes à son utilisation. En effet, il n'existe pas de situations pathologiques où l'inspiration douce allant jusqu'aux possibilités inspiratoires maximales soient proscrites. Il est considéré qu'en cas de traumatisme thoracique ou de pneumothorax non drainé, situations qui contre indiquent habituellement l'inspiration maximale, le frein physiologique représenté par exemple par la douleur permet de minimiser les risques de complications liées à la S.I.I.

Le but de la S.I.I. étant d'être effectuée seul par le patient, l'altération de l'état de vigilance et du contrôle ventilatoire central, un déficit musculaire respiratoire trop important, la présence d'une trachéotomie etc. sont des éléments de non-indications de la S.I.I.. Dans ce cas, la mise en place d'une aide extérieure sous forme de ventilation non invasive (V.N.I.) est plus efficace. [11]

## 6.4 Le matériel

Il existe grossièrement trois types d'appareils de S.I.I. :

- Les modèles volumétrique : ils sont conçus comme des systèmes fermés, il n'y a pas d'arrivée d'air lors de l'inspiration. La mesure se lit sur le bord de l'appareil grâce à un système en accordéon, se raccourcissant proportionnellement au volume d'air prélevé pendant l'inspiration.

Cet appareil conduit effectivement le patient vers une inspiration maximale, cela se fait avec une charge résistive faible mais une charge élastique croissante avec l'inspiration qui va augmenter la difficulté.

- Les modèles débit métriques : ce sont des circuits ouverts munis d'une entrée et d'une sortie d'air à laquelle est rattaché l'utilisateur. Le système est également complété d'un dispositif mobile réagissant à la dépression créée par le débit inspiratoire.

Ce système encourage ainsi la réalisation d'un débit inspiratoire maximal sans se préoccuper du volume aérien inspiratoire (différence entre aération et ventilation). La résistance créée est proportionnelle au débit effectué.

- Les modèles hybrides : ils sont également conçus à circuits ouverts mais possèdent deux mobiles témoins, un qui affiche le volume d'air inspiré (aération) et le second qui nous renseigne sur le débit inspiratoire, permettant d'effectuer un travail au débit préconisé par le constructeur.

Cet appareil incite à la réalisation d'une aération maximale en utilisant un débit déterminé et contrôlé pendant l'exercice. La charge résistive est proportionnelle au débit inspiratoire.

Discussion : en tenant compte de ces différentes informations, le modèle hybride est le plus indiqué dans le cadre du bilan/traitement des complications respiratoires après chirurgie cardiaque. En effet, ce système permet la stimulation d'une aération maximale dans une zone de faible charge résistive, ce qui est exactement le but recherché. De plus, la linéarité et l'excellente reproductibilité des volumes permettent un suivi fiable du patient au long de sa convalescence respiratoire. [15]

C'est donc ce type de matériel qui sera utilisé.

Les modèles à disposition dans le service de chirurgie thoracique et chirurgie vasculaire (C.T.C.V.) sont le Voldyne® et le Coach 2®. Les deux affichant une capacité inspiratoire maximale de 2500 mL mais chacun présente des avantages et des inconvénients.



Photo n°1 : le Voldyne  
® modèle 2500 mL

Le Voldyne® autorise l'expiration à l'intérieur du système ce qui facilite l'exécution suivie d'une inspiration totale et profonde.

L'indication du débit est faite par un mobile de taille relativement importante, occupant une zone conséquente et rendant difficile la reconnaissance du débit inspiratoire à privilégier pendant l'exercice.

Cet appareil ne permet pas le branchement d'oxygène.

Le Coach 2® possède une valve empêchant l'expiration à l'intérieur du système. Afin d'effectuer une inspiration totale parcourant toute la Capacité Respiratoire Fonctionnelle (C.R.F.), le patient est obligé d'expirer en dehors du système, de rester en apnée, de mettre

l'embout en bouche, puis d'inspirer. Cela complique la compréhension du système et son utilisation.

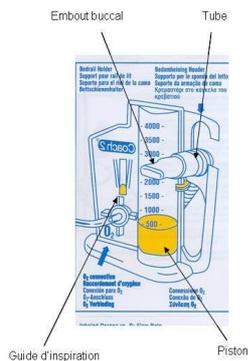


Photo n°2 : le Coach  
2® modèle 2500mL

Il peut être rattaché au système d'oxygène permettant ainsi le travail des patients sans risquer de faire baisser leurs saturations.

La mesure du débit est plus précise avec le Coach 2® et plus facile à comprendre par le patient. De plus, le mobile, plus petit que celui du Voldyne®, vient taper contre la paroi de l'appareil pendant l'inspiration et ajoute l'audition à la stimulation visuelle, se qui renforce l'aspect incitatif de l'appareil.

## 6.5 Fréquence d'utilisation de la spirométrie incitative

La JIKRI recommande l'utilisation de la S.I.I. au moins 30 minutes par jour, 3 jours dans la semaine.

De leur côté, Mr Delguste and al. préconisent, en plus de 2 séances quotidiennes avec le kinésithérapeute, la réalisation de multiples exercices quotidiens, jusqu'à un toutes les deux heures. Chaque utilisation comporte un minimum de 10-20 répétitions. Le patient les réalise en position semi-assise en suivant les directives du fabricant et en respectant les principes de l'utilisation de la S.I.I. déjà abordés ci-dessus. [11]

La répétitivité des exercices prescrits incite le patient à prendre lui-même sa rééducation en charge. De plus, les études montrent que les alvéoles ré-aérés conservent leurs volumes acquis pendant au moins une heure, se qui plaide en faveur de l'utilisation la plus fréquente possible de la S.I.I., principalement pendant la phase post opératoire initiale.

## 7 Analyse

### 7.1 Protocole de l'analyse

L'étude se fera sur onze patients durant les dix premiers jours post opératoire, ce qui est en moyenne la durée du séjour hospitalier dans ce type d'intervention.

L'utilisation de la S.I.I. sera effectuée en début et en fin de séance à raison de trois inspirations maximales. Ces trois inspirations sont réalisées dans toute la Capacité Fonctionnelle du patient. On lui demande pour cela d'effectuer une expiration maximale avant d'utiliser l'appareil afin de garantir la reproductibilité des aérations et de garantir un suivi crédible. Les mesures effectuées nous permettront de référencier la capacité d'aération du patient à un instant donné, d'évaluer l'effet de la séance kinésithérapique sur sa capacité d'aération et suivre celle-ci durant le séjour hospitalier. Les aérations seront réalisées en position semi-assise puis en position assise stricte lorsque le patient la tolérera, ce qui correspond souvent à l'ablation des drains L'appareil de S.I.I. est laissé au patient et on lui demande, après lui avoir expliqué son fonctionnement et s'être assuré de sa compréhension, d'effectuer une série de dix inspirations profondes toutes les heures de la journée.

Il sera également référencer les périmètres thoraciques inspiratoires et expiratoires afin de voir s'il existe une corrélation entre augmentation de la respiration thoracique et la disparition du syndrome restrictif ainsi que l'amélioration de la synergie respiratoire. La mesure des fréquences cardiaque et respiratoire ainsi que de la saturation en oxygène nous renseigne sur

la fonction respiratoire du patient et permettront peut-être de voir la corrélation entre le suivi inspiratoire et une possible complication respiratoire.

La douleur sera enfin évaluée quotidiennement ainsi que le traitement antalgique afin de prendre en compte le facteur douleur dans les performances du sujet.

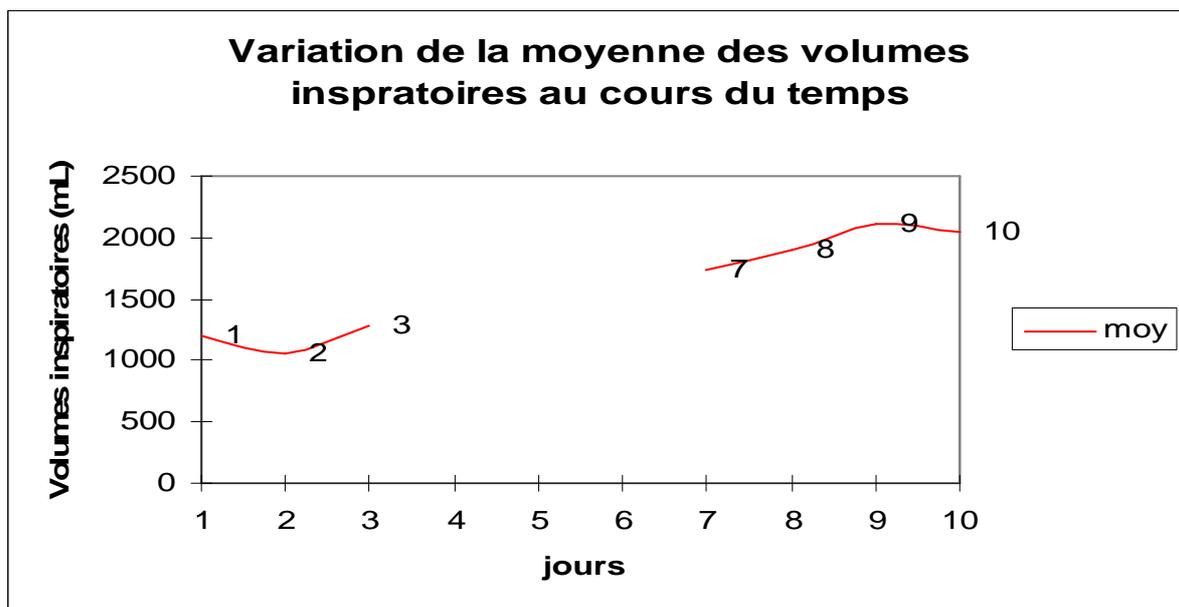
## 7.2 Introduction

Parmi les onze patients analysés, trois ne pourront pas être pris en compte dans cette étude. L'un d'entre eux, peu conscient de sa propre mécanique ventilatoire, n'a pas été capable d'utiliser correctement l'appareil de S.I.I., rendant impossible le respect du protocole de l'étude et le suivi de son évolution au cours de son séjour. Un second était sujet à une dégénérescence maculaire entraînant une diminution de l'acuité visuelle rendant impossible l'utilisation seul de l'appareil de S.I.I. et donc le respect du protocole. Enfin le troisième a obtenu les scores d'aération maximum dès le début de sa prise en charge, rendant impossible l'observation de son évolution durant sa prise en charge. [ANNEXE 1]

L'étude se fera donc avec les huit patients restants : il s'agit de quatre hommes et de quatre femmes avec une moyenne d'âge de soixante quatorze ans. [ANNEXE 2]

## 7.3 Utilisation de la S.I.I. dans le suivi des patients

L'utilisation du protocole décrit ci-dessus permet l'établissement d'une moyenne des capacités d'aération des patients à différents moments de leur séjour, rendant possible leur analyse.



Graphique n°1 : observation de l'évolution moyenne des volumes inspiratoires des patients au cours de leur séjour.

Etudions chacune des phases de ce graphique :

- J+1 : il correspond au résultat obtenu pendant la première séance. Au cours de celle-ci, le thérapeute va expliquer au patient le fonctionnement et l'importance de l'utilisation de l'appareil de S.I.I.. En moyenne les patients ressentent une douleur à l'inspiration localisée sur la cicatrice sternale et cotée à 2 selon l'E.V.A. qui va limiter leur respiration (phénomène d'hypoventilation).
- J+2 : on note une diminution des capacités d'aération des patients de 12% entre le premier et le second jour. Les patients décrivent une douleur à l'inspiration cotée à 3 selon l'E.V.A. Cette augmentation de la douleur peut être due à plusieurs facteurs :

- Le changement du traitement antalgique. Les patients étaient placés sous antalgique de palier trois (généralement sous Morphine®) à J+1 après l'opération, tandis qu'à J+2, ils sont mis sous antalgique de palier deux (Acupan®) voire un (Dafalgan®).
- La mobilisation des patients. C'est généralement à J+2 que les patients quittent le service de réanimation pour être conduits au service de chirurgie cardiaque. Ils sont donc transférés dans un autre lit, font leur toilette... Toutes ces opérations génèrent de la douleur.
- J+3 : les scores obtenus ce jour montrent une progression de 20% par rapport à la veille. La gestion de la douleur des patients à été ajustée et est de nouveau cotée à 2 selon l'E.V.A. On note également une progression de 6% des scores de J3 par rapport à ceux de J1. Cette progression n'est pas très importante mais elle est retrouvée chez tous les patients.
- Période entre J+3 et J+7 : ce laps de temps correspond au week-end, durant lequel les valeurs spirométriques des patients ne pourront être référencées par le thérapeute. C'est généralement pendant cette période que l'ablation des drains sera entreprise. Avant le week-end, le thérapeute doit donc expliquer l'importance de l'auto prise en charge du patient dans son propre objectif thérapeutique. Il lui est également conseillé de réaliser seul un maximum d'activités de la vie quotidiennes (A.V.Q.) lorsque cela lui est possible et de se lever pour aller marcher, ceci afin de prévenir le risque de déconditionnement. La mobilisation lui permettra également de diminuer sa tendance à l'hypoventilation.
- J+7 : au retour du week-end, la capacité d'aération a augmenté d'environ 36% par rapport à la dernière mesure. La douleur inspiratoire ressentie par les patients est maintenant inférieure à un, c'est désormais plus une gêne qui ne restreint pas l'inspiration.
- J 7 à J 10 : sans douleur et avec l'entraînement, les valeurs inspiratoires augmentent pour s'équilibrer entre le neuvième et le dixième jour.

Le **graphique n°1** correspond à l'évolution normale des valeurs spirométriques. Lorsque le tracé d'un patient s'écarte de cette norme, il convient d'en rechercher les raisons afin de pouvoir les traiter.

Parmi les huit patients étudiés, deux ne présentent pas la même courbe de suivi des valeurs spirométriques. Ceux-ci présentent une courbe ascendante linéaire dans les trois premiers jours post opératoires puis le tracé se confond avec celui des autres patients. Une telle évolution pourrait laisser penser que la douleur est la cause d'une telle évolution, soit parce que ces patients sont moins assujettis à la douleur en post opératoire immédiat et qu'il n'y aurait donc pas de pic de douleur au deuxième jour diminuant les valeurs spirométriques [ANNEXE 3], soit parce que la douleur est maximale à la sortie de l'opération et diminue de façon linéaire au fur et à mesure de la prise en charge.

C'est le suivi de l'E.V.A. qui permettra d'infirmier ou de confirmer ces hypothèses. L'hypothèse d'une douleur maximale à J+1 qui diminue ensuite de façon linéaire est confirmée pour la patiente E, celle-ci était très douloureuse en post opératoire immédiat et avait donc l'impression que la douleur tendait à diminuer les jours suivants, ce qui lui permettait d'inspirer plus facilement.

Cependant, pour la seconde personne, le patient B, le suivi de l'E.V.A. ne confirme pas cette hypothèse. La douleur n'étant pas un facteur significatif, il faut rechercher une autre cause. L'explication se trouve dans l'utilisation de l'appareil de S.I.I. L'observation et l'interrogatoire du patient nous permettent d'objectiver ses difficultés à maîtriser sa

respiration et plus particulièrement la technique inspiratoire décrite dans le protocole. L'amélioration de cette technique par l'entraînement quotidien corrobore la progression des résultats spirométriques, qui rejoignent ceux du groupe à J+3.

**Conclusion :** Le tracé spirométrique permet donc d'observer les capacités inspiratoires d'un patient au jour le jour. Lorsque le suivi d'un patient s'écarte de la courbe moyenne, l'utilisation de la S.I.I. permet de le dépister et ainsi de s'interroger sur le problème rencontré afin de le résoudre. Comme aucun des patients n'a présenté de complications respiratoires, il n'a pas été possible de confirmer la corroboration de la diminution des capacités respiratoires spirométriques avec la survenue de ces dites complications.

#### **7.4 Utilisation de la S.I.I. dans l'évaluation des techniques kinésithérapiques**

Au cours de leur prise en charge, les valeurs spirométriques seront enregistrées en début et en fin de séance, et cela afin d'évaluer l'efficacité des techniques pratiquées au cours de la séance. Nous appellerons arbitrairement « delta » la variation des valeurs spirométriques obtenues entre le début et la fin de la séance kinésithérapique.

Cette évaluation montre une moyenne des deltas des huit patients étudiés d'environ 250 mL, avec un maximum de 450 mL et un minimum de 180 mL.

Nous allons tenter de voir si l'étude des valeurs permettrait de mettre en évidence la bonne adaptation des techniques appliquées ainsi que leur efficacité. On peut penser que plus la variation des valeurs est importante, plus les techniques appliquées sont bénéfiques pour lutter contre l'hypoventilation. Ainsi la spirométrie permettrait d'évaluer directement l'efficacité des techniques.

**Hypothèse :** compte tenu de l'hypoventilation entraînée par la douleur, on peut émettre une hypothèse sur l'évolution des valeurs qui seront relevées. Etant donné que la douleur tend à diminuer au cours du séjour et que les techniques kinésithérapiques tendent à traiter les autres complications postopératoires, il est attendu que l'hypoventilation post opératoire tende à disparaître au cours de la prise en charge. Ainsi on peut s'attendre à trouver un delta important en début de prise en charge et à le voir tendre vers zéro au cours du séjour, se qui témoignerait de l'amélioration du mode ventilatoire du patient.

**Discussion :** L'hypothèse émise n'est pas confirmée par l'observation clinique. Sur les huit patients étudiés, quatre conservent un delta sensiblement identique tout au long du séjour, trois ont un delta décroissant tandis que le dernier possède un delta qui augmente avec le temps. Cette évolution des variations des valeurs spirométriques entre le début et la fin de la séance est trop disparate entre les patients pour qu'on puisse suivre l'évolution respiratoire du patient par ce seul rapport.

Plus que l'évolution dans le temps de ces valeurs, il est intéressant de se servir de celles-ci au sein d'une même séance afin de voir l'efficacité des techniques appliquées. Comme il a déjà été précisé, la moyenne de progression des valeurs spirométriques entre le début et la fin de la séance est de 250 mL. La fluctuation de cette valeur pourrait signifier que la séance a été plus ou moins bénéfique pour diminuer la tendance à l'hypoventilation du patient.

Malheureusement, nous avons vu précédemment que delta évolue de façon différente en fonction des patients, la diminution ou l'augmentation des valeurs spirométriques au cours du séjour n'est pas une preuve d'efficacité des techniques.

Cependant, à chaque fois qu'il est retrouvé en fin de séance une valeur spirométrique inférieure à la valeur de début de séance, c'est-à-dire un delta négatif, une cause de limitation

est toujours retrouvée, que se soit par l'interrogatoire ou l'auscultation. Il peut s'agir d'une douleur apparue pendant la séance suite à des techniques trop fortes, un spasme bronchique engendré par des exercices respiratoires trop intensifs ou une fatigue conséquence d'une séance trop longue ou avec des temps de repos trop courts.

**Conclusion** : L'utilisation des valeurs spirométriques obtenues en début et en fin de séance ne semblent pas un outil probant pour l'évaluation des techniques kinésithérapiques utilisées ou pour suivre l'évolution de l'hypoventilation, conséquence de l'opération. Cependant, même si ces valeurs ne peuvent prouver l'efficacité des techniques appliquées, elles sont, en cas de delta négatif, un support objectif à la mise en évidence de la non adaptation des techniques afin qu'elles soient corrigées aux prochaines séances.

### **7.5 Utilisation de la S.I.I. dans le traitement de l'hypoventilation**

Comme il l'a déjà été dit au chapitre des indications de la S.I.I., celle-ci est préconisée dans toute situation de syndrome restrictif. Nous allons voir si le protocole établi dans le cadre de cet écrit s'avère efficace dans ce domaine.

Il est fourni dans chaque appareil de S.I.I. utilisé, une notice où est référenciée la valeur inspiratoire théorique normale. Ces valeurs sont fonction de l'âge, du sexe et de la taille des patients et serviront d'objectif à atteindre en fin de séjour. Lorsque cet objectif sera atteint, nous pourrons considérer que les capacités respiratoires du patient sont retrouvées et qu'il ne présente plus d'hypoventilation résiduelle.

Les valeurs inscrites dans les notices du Voldyne® et du Coatch II® sont sensiblement identiques. Nous utiliserons ici celles du Coatch II®, étant l'appareil le plus utilisé au sein du service de C.T.C.V. sa notice nous est plus facilement accessible.

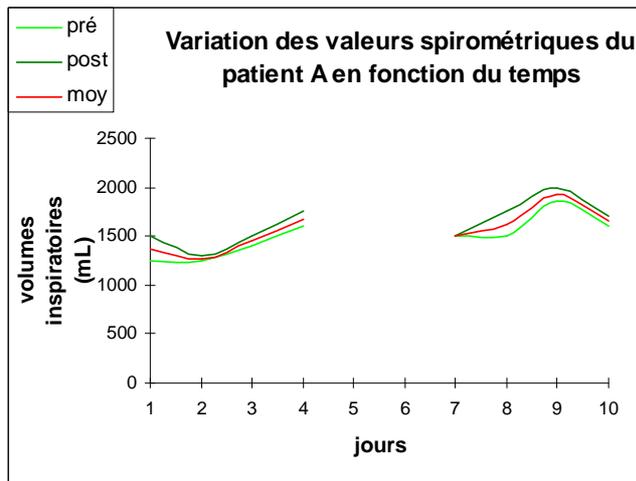
Pour savoir si les patients ont retrouvé leur valeur inspiratoire maximale théorique, on regarde la courbe représentant leurs valeurs inspiratoires au cours de leur séjour et on évalue à la fin de celui-ci si la valeur maximale théorique se confond avec celle relevée.

Pour deux des patients, il ne sera pas possible de déterminer si le protocole leur permet d'obtenir un volume inspiratoire égal au volume théorique car compte tenu de leur âge, taille et sexe, la valeur inspiratoire maximale attendue est supérieure à 2500 mL (2700 mL pour l'un et 2800 mL pour l'autre) et ne pourra donc pas être évaluée par l'appareil.

Cependant ces deux patients atteignent la valeur maximale de 2500 mL à J+7 pour le premier et J+8 pour le second. Compte tenu de l'évolution globale des valeurs spirométriques décrite au chapitre 7.3, on sait que la valeur maximale inspiratoire est obtenue à environ J+9. On peut donc penser que cette valeur aurait été atteinte dans les jours suivants si le matériel avait permis de référencier des valeurs supérieures à 2500 mL.

Pour quatre autres patients, la valeur inspiratoire maximale théorique est inférieure à 2500 mL et est atteinte en moyenne entre J+7 et J+8. Ces patients présentent une évolution de leurs valeurs spirométriques semblable à l'évolution globale décrite dans le chapitre 7.3. Ils ont tous suivi le protocole décrit.

Les deux derniers patients n'obtiennent pas leurs valeurs théoriques attendues. Nous allons essayer de comprendre pourquoi.



Graphique n°2 : évolution spirométrique du patient A

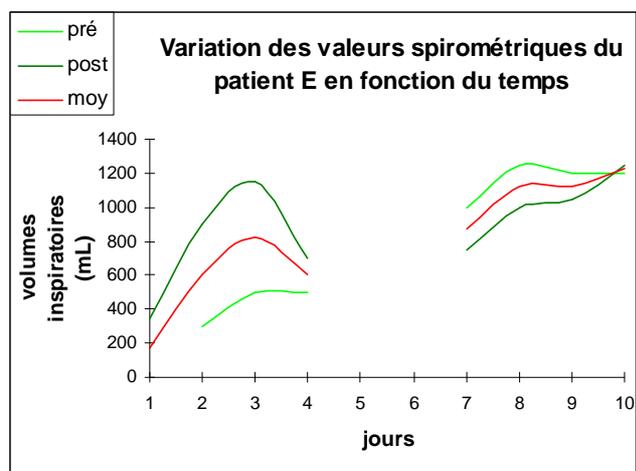
Patient A : ce patient possède une courbe de suivi des valeurs spirométriques comparables à la norme durant les quatre premiers jours post opératoires. C'est ensuite que les valeurs diffèrent. On constate que la moyenne des valeurs spirométriques obtenue entre J+7 et J+10 est approximativement égale à la valeur spirométrique obtenue à J+4, c'est-à-dire avant le weekend alors que la valeur théorique attendue est très supérieure (on obtient en moyenne 1675 mL alors que sa normale théorique est de 2900 mL).

Hypothèse : Ces résultats peuvent faire penser que le patient à arrêter de s'entraîner et donc de suivre le protocole décrit à partir de J+4.

Discussion : L'hypothèse est validée. En effet, après avoir régulièrement questionné le patient sur le ressenti de son auto-prise en charge et sur ses motivations, celui-ci nous a confié traverser une phase de déprime. Il nous explique qu'il traverse des difficultés familiales et qu'il n'a pas la motivation suffisante pour s'entraîner durant la journée et respecter le protocole.

Patient E : Cette patiente possède une évolution de ses valeurs spirométriques plutôt atypique que nous allons décrire afin de tenter d'expliquer la différence de résultat qui existe entre la valeur obtenue (1225 mL) et celle attendue (1800 mL).

Comme il a été dit précédemment, la patiente possède une évolution croissante des valeurs spirométriques les trois premiers jours conséquence d'une douleur qu'elle évaluait maximale en post opératoire immédiat qui s'atténuée les jours suivants.



et

Graphique n°3 : évolution spirométrique du patient E

La diminution des valeurs entre J+3 et J+4 semble être due à la douleur engendrée par l'ablation des drains et la position assise qui lui est maintenant demandé de conserver un maximum de temps durant la journée.

L'évolution des valeurs de J+7 à J+10 est approximativement semblable à la moyenne décrite. On peut cependant noter que les valeurs de J+7 à J+9 sont supérieures en début de séance qu'en fin (delta négatif).

A noter enfin que cette patiente est restée douloureuse pendant toute sa prise en charge, elle décrivait une douleur sternale réveillée par une inspiration trop importante.

Discussion : la douleur semble être la raison principale de la différence qui existe entre les valeurs spirométriques obtenues et celles attendues. La douleur sternale est décrite par la

patiente comme une bride l'empêchant d'inspirer aussi profondément qu'elle s'estimerait capable de le faire. Ensuite, l'apparition en fin de séjour d'un delta négatif laisse penser que les techniques kinésithérapiques appliquées étaient soit trop intensives, soit trop fatigantes, et peut-être aussi source de douleur supplémentaire empêchant encore un peu plus l'inspiration profonde.

**Conclusion :** L'utilisation du protocole décrit semble donc efficace dans le traitement de l'hypoventilation conséquence d'une chirurgie cardiaque. En effet, si on ne compte que les patients qui ont respecté le protocole jusqu'en fin de séjour, il n'y a qu'une seule patiente pour laquelle l'objectif n'a pas été atteint car celle-ci était trop douloureuse.

Pour tous les autres, l'objectif est soit atteint de façon directe et objective, soit est considéré comme étant atteint compte tenu de l'évolution de leurs valeurs spirométriques.

## 8 Discussion

Au cours de cette analyse, plusieurs difficultés ont été rencontrées. Pour plusieurs patients le matériel utilisé aurait pu être amélioré. Nous avons vu que plusieurs d'entre eux auraient nécessité d'utiliser un appareil de S.I.I. permettant de mesurer leur capacité inspiratoire maximale théorique et ainsi d'observer l'évolution de leur capacité respiratoire. Le matériel avec une capacité totale de 5000 mL existe mais n'est pas disponible sur l'hôpital Nord. Le tarif unitaire des appareils est d'environ 15 euros et est sensiblement identique quel que soit le modèle.

Plusieurs des patients ont également eu des difficultés avec l'utilisation de l'appareil alors que ceux-ci ont été intégrés à cette étude car ils possédaient de prime abord un mode ventilatoire suffisant pour manier la machine. Ainsi il serait intéressant de pouvoir leur confier un appareil de S.I.I. en pré opératoire afin de voir si cela leur permet de mieux manier l'appareil, de développer leur technique inspiratoire et/ou de limiter l'hypoventilation post opératoire.

D'autres adaptations de l'utilisation de la S.I.I. peuvent également être envisagées. Dans le cadre de cette analyse la S.I.I. a été utilisée uniquement en position assise ou demi-assise. Il serait également intéressant d'étudier l'utilisation du matériel dans diverses positions, par exemple en décubitus latéral afin de travailler plus précisément l'aération d'un poumon ou le déplacement d'une coupole diaphragmatique, et d'observer si la S.I.I. pourrait servir aussi à faire un bilan des capacités du patient et à suivre son évolution.

## 9 Conclusion

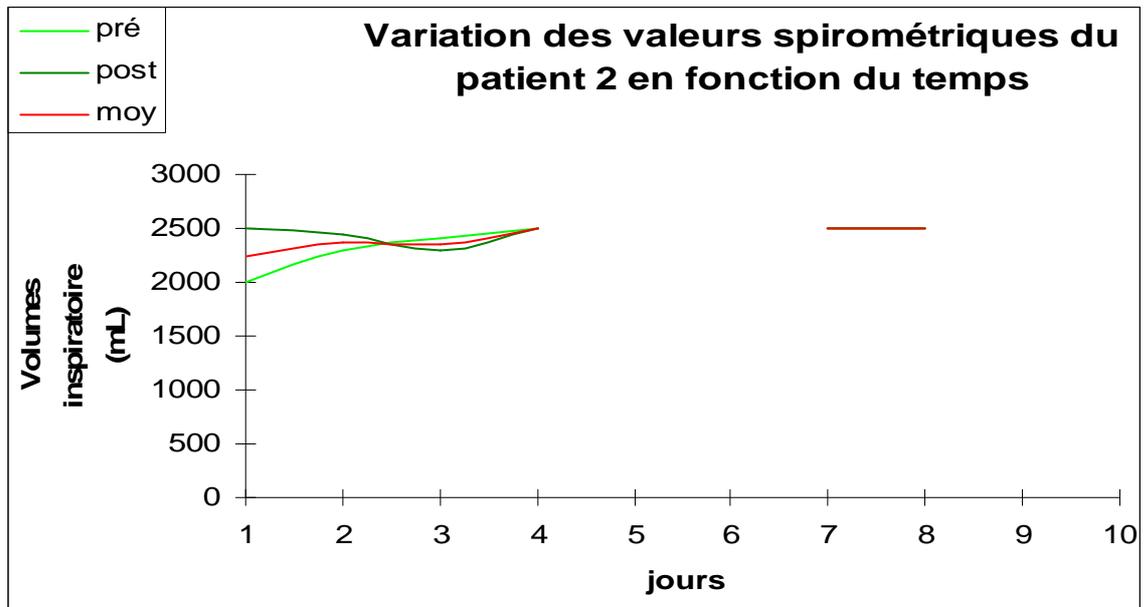
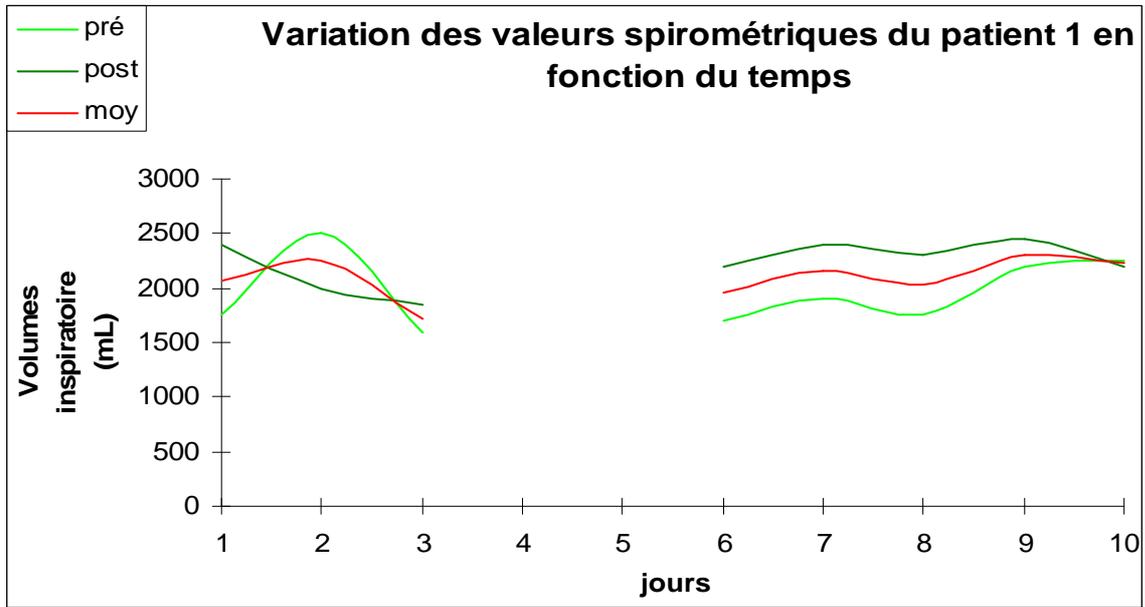
Cette analyse montre l'utilité de la S.I.I. dans le cadre du bilan/traitement des complications respiratoires après chirurgie cardiaque sous C.E.C. En permettant au patient de prendre une place importante dans la prise en charge de sa rééducation, le protocole décrit permet une meilleure répartition des besoins kinésithérapiques au sein du service.

Cependant, l'éducation, la surveillance et les séances de kinésithérapie respiratoires demeurent indispensables à l'amélioration rapide de l'état respiratoire et général du patient. L'utilisation de la S.I.I. permet certes de prévenir certaines complications et de retrouver les capacités respiratoires du patient mais ce serait une erreur que de laisser penser qu'elle pourrait remplacer l'action du kinésithérapeute. Elle demeure avant tout un outil à la rééducation.

## Bibliographie :

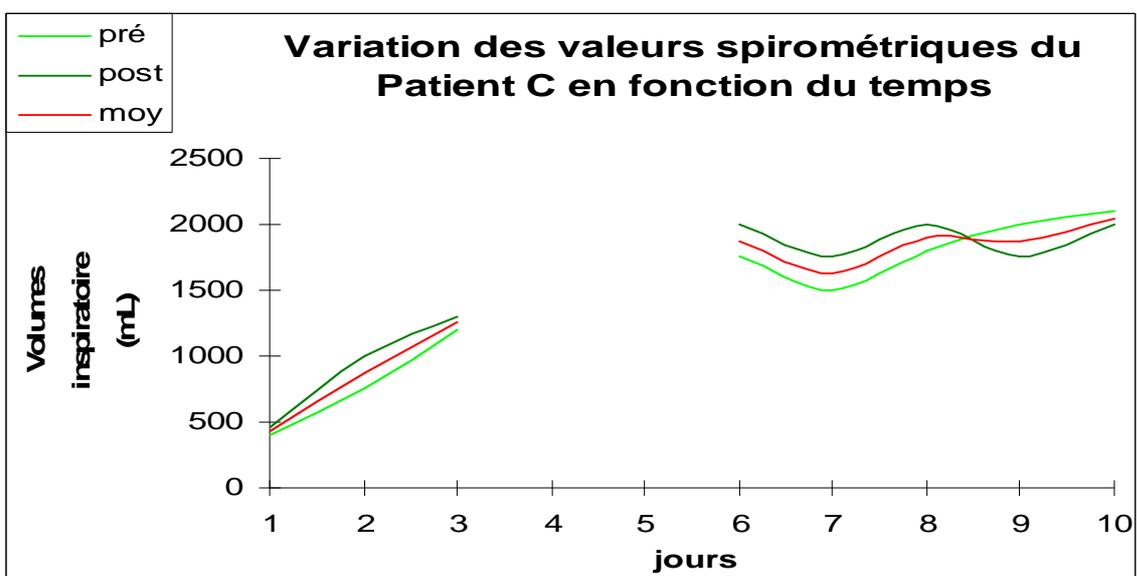
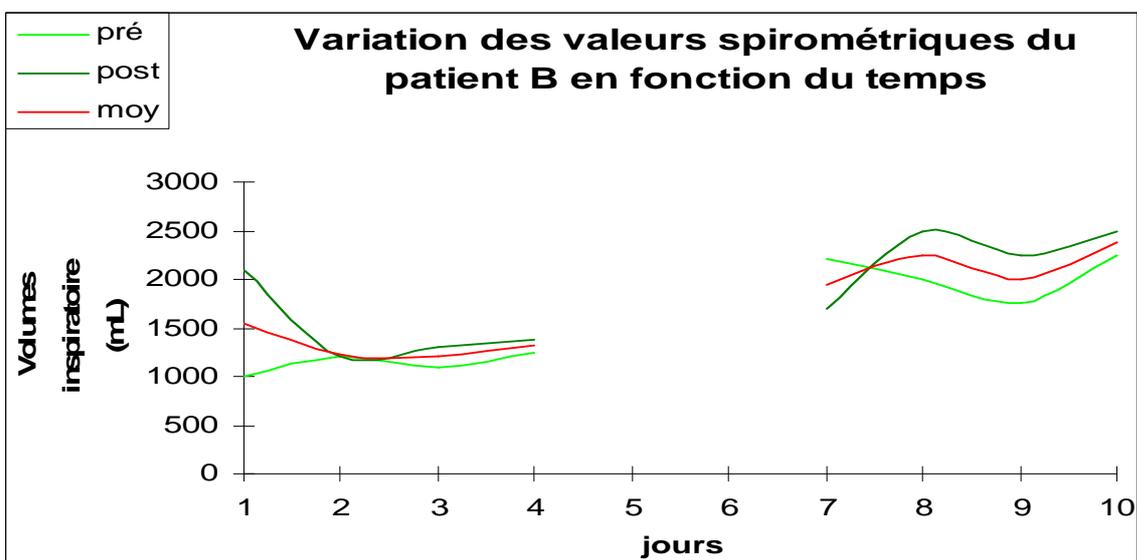
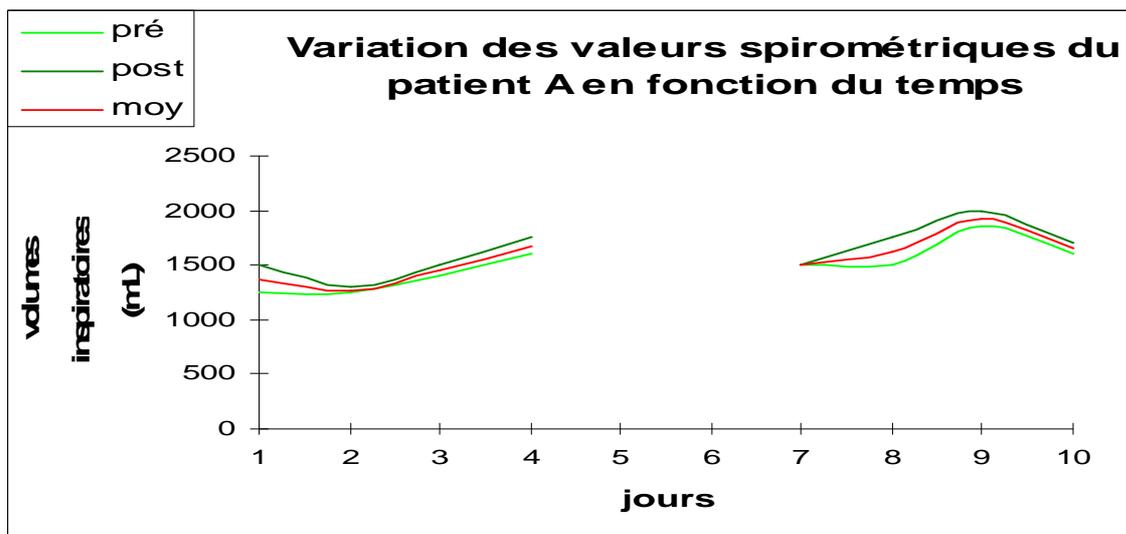
- [1] D. DELPLANQUE, Les échanges gazeux in Kiné Scientifique, n°484, p 49-50
- [2] S.ESTANOVE, Complications respiratoires in Anesthésie en chirurgie cardiaque chez l'adulte, MASSON 1992, p193
- [3] V.DOUDEIL J.CURRALADAS, Kinésithérapie préopératoire et chirurgie cardiaque, <http://curra.chez-alice.fr/preocard.htm> (consulté le 22/09/08)
- [4] R.JANCOVICI, F.PONS, J.-L PAILLER, Interventions en chirurgie thoracique, MASSON 1992, p 27,28
- [5] M.CAMESSON, O.DESBLE, J.-J. LEHOT, Anesthésie et réanimation en chirurgie cardiaque in Encyclopédie Médico Chirurgical, 36-585 A10, MASSON ELVESIER 2008, p 1,7,13
- [6] V.SAUVAGEOT, F.PITON, De la physiologie pleurale à la rééducation dans les épanchements pleuraux liquidiens in Kiné Scientifique, n°454 p 51,52
- [7] D.DELPLANQUE, L'atélectasie in Kiné Scientifique, n°483, p 54,55
- [8] D.DEPLANQUE, Kinésithérapie et réanimation respiratoire, MASSON 1994, p 114,115
- [9] O.ZERBIB, La rééducation dans le cadre d'un remplacement valvulaire aortique in Kiné Scientifique, n°402 p 42
- [10] J.M. MAILLET, D. BRODATY, Les complications de la chirurgie cardiaque in Actualités en kinésithérapie de réanimation 2002, Edition scientifiques et médicales ELVESIER, p 84
- [11] P. DELGUSTE, Indications, limites et modalités d'application de la spirométrie incitative in Actualités en kinésithérapie de réanimation 2003, Editions scientifiques et médicales Elsevier, p 48-53
- [12] Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale (JIKRI), cahier de kinésithérapie d'octobre 2001  
<http://www.em-consulte.com/article/78572/resultatrecherche/1> (consulté le 19/09/08).
- [13] G. POSTIAUX, Les techniques inspiratoires lentes pour l'épuration des voies aériennes périphériques in Kinésithérapie et pathologie du poumon profond 41<sup>ème</sup> congrès de pneumologie de la langue française
- [14] R. BASTIN, Spirométrie incitative, aide au suivi de la fonction respiratoire en période postopératoire in Actualités en kinésithérapie de réanimation 2002, Edition scientifiques et médicales ELVESIER, p53-55
- [15] J. GROSJEAN, R. WILLEPUT, Possibilité et fiabilité de la spirométrie incitative dans le suivi du patient in Actualités en kinésithérapie de réanimation 2002, Editions ELVESIER, p 49-52

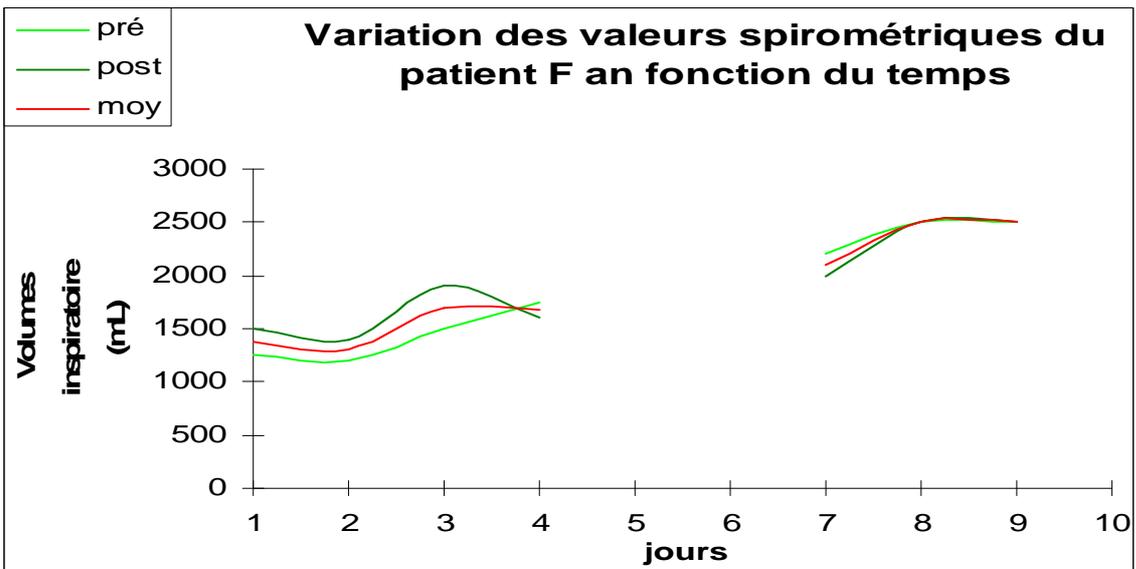
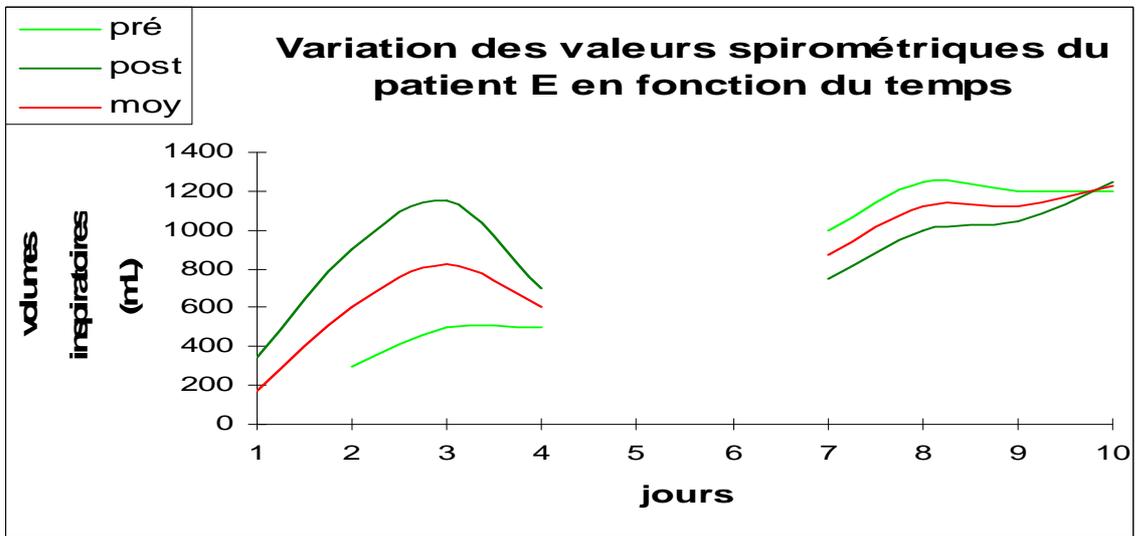
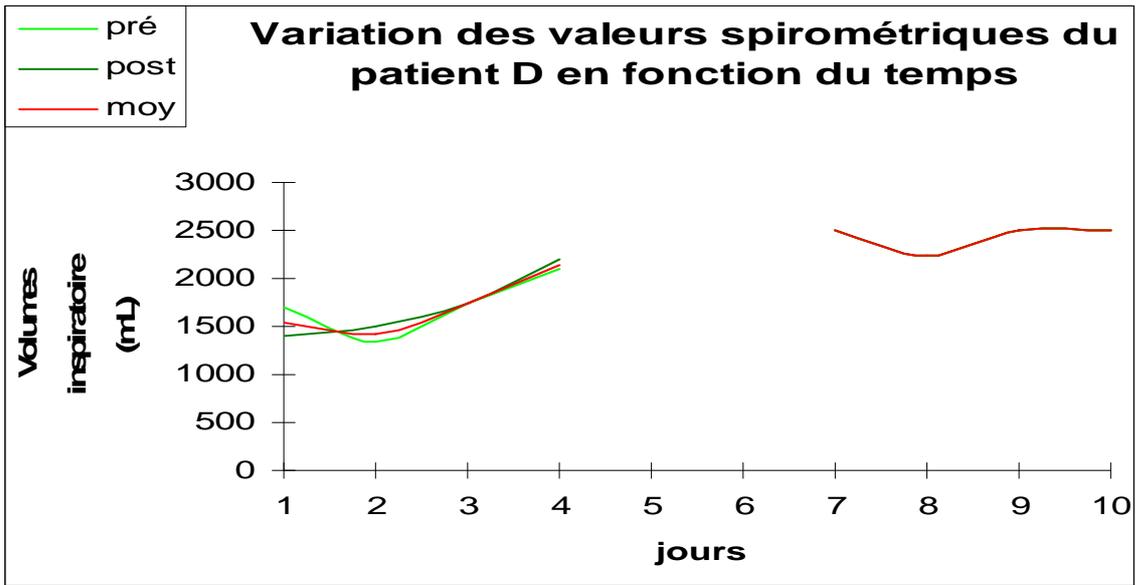
**ANNEXE 1** : Valeurs spirométriques des patients étudiés non inclus dans cette étude.

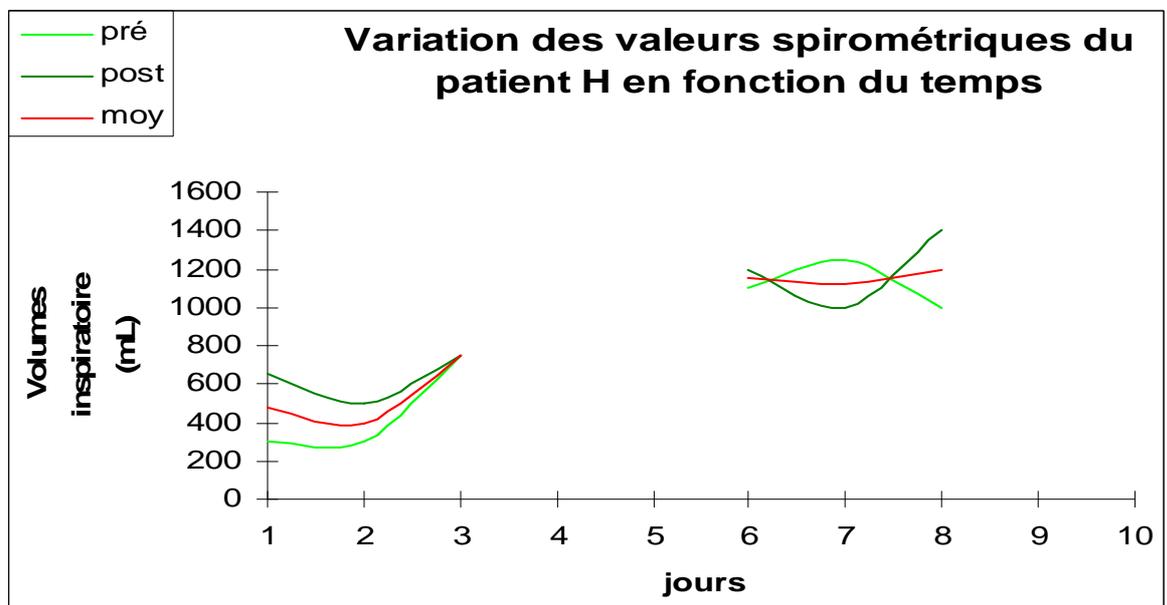
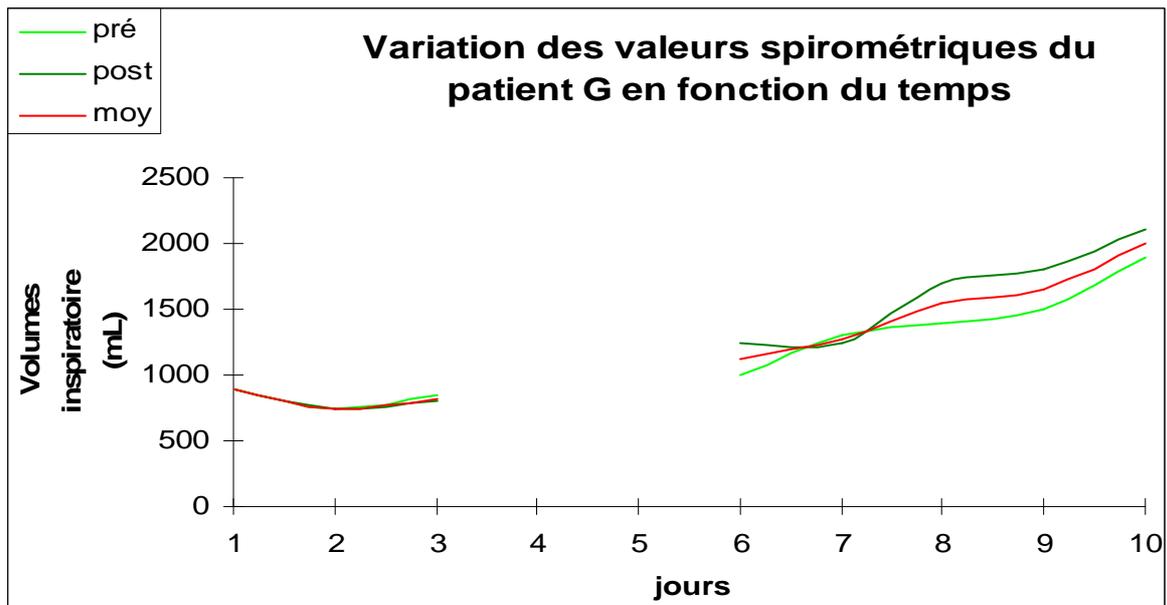


Le patient 3 maîtrisait trop peu sa cinétique ventilatoire pour avoir un suivi des valeurs spirométriques exploitable.

**ANNEXE 2 :** Variations spirométriques au cours du séjour des patients inclus dans cette étude.







**ANNEXE 3 : Suivi de la douleur**

