MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY

RENFORCEMENT MUSCULAIRE STATIQUE DU QUADRICEPS ET DES ISCHIO-JAMBIERS APRES LIGAMENTOPLASTIE DU GENOU

Rapport de travail écrit personnel
présenté par Thierry GERAUDEL
étudiant en 3ème année de Kinésithérapie
en vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1991- 1992

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION

2. MATERIEL ET PROTOCOLE

2.1 Population

2.2 Matériel

2.3 Protocole

3. RESULTATS

3.1 Perte de force maximale statique du quadriceps et des ischio-jambiers

3.2 Courbes d'évolution de la force maximale du quadriceps et des ischio-jambiers

3.3 Gain de force maximale statique du quadriceps entre J1ère évalutation et J+45

4. DISCUSSION

5. CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

L'intérêt de cette étude est de montrer qu'un renforcement musculaire statique après ligamentoplastie du genou peut être entrepris beaucoup plus précocement (entre J+21 et J+30) par rapport au délai classique (J+45) donné par les différentes écoles rééducatives sans pour autant mettre en danger le devenir du transplant.

De plus, un programme de renforcement musculaire doit être varié afin de restituer un potentiel musculaire complet.

1. INTRODUCTION

Actuellement les ruptures ligamentaires, dont l'essentiel est l'atteinte du L.C.A.E., sont fréquentes ce qui rend les techniques chirurgicales de ligamentoplastie de mieux en mieux maitrisées et variées permettant ainsi la meilleure indication possible.

Si le geste chirurgical est devenu "monnaie courante" tout en conservant son caractère complexe, le Kinésithérapeute reste encore perplexe quand à l'élaboration du contenu de son programme de renforcement musculaire.

Le principal but pour une rééducation de genoux après chirurgie ligamentaire est de redonner à cette articulation, que l'on sait très mobile mais aussi très instable, un potentiel musculaire complet qui devra être exploité pour assurer une protection suffisante aussi bien lors des activités quotidiennes que sportives.

En outre, la sollicitation du genou étant précoce, la récupération musculaire doit être rapide et dosée pour une bonne protection active du transplant (lors de la remise en charge).

La principale technique fréquemment proposée par les différentes écoles rééducatives pour le renforcement musculaire du quadriceps après rupture ligamentaire est le Travail

Statique Intermittent (T.S.I.). Cette méthode, dont le protocole est long, fastidieux et très mathématique, est généralement préconisée après ligamentoplastie du L.C.A.E. à partir du 45ème jour post-opératoire afin de respecter la phase de nécrose avasculaire du transplant vers le 21ème jour post-opératoire (1) (5). L'avantage de la technique étudiée est de commencer la récupération musculaire entre le 21ème et le 30ème jour après l'opération à condition de respecter certains principes biomécaniques garantissant l'intégrité du transplant. Ce délai considérablement réduit permettrait une réinsertion socio-professionnelle plus rapide.

D'un point de vue physiologique, le T.S.I. peut se résumer à un travail contre une résistance égale à 50% d'une force maximale théorique (F.M.T.), soit 66% d'une force maximale mesurée (F.M.M.). Ces résistances, inférieures à 70% de la force maximale volontaire (F.M.V.), sont insuffisantes pour recruter les fibres IIb à l'origine de la force instantanée du muscle (2). Pour les stimuler, l'exercice doit être court et intense proche des 100% des capacités physiques du sujet. Cette technique ne convient donc pas pour la récupération de la force maximale mais s'adresse plutôt à un travail en endurance à 66% de la force maximale volontaire.

Le T.S.I., dont le principe est de séparer chaque séquence de travail par une séquence de repos pour permettre la réoxygénation du muscle, tend à favoriser l'entrainement du métabolisme aérobie sur le métabolisme anaérobie. Pourtant,

d'après des ponctions biopsiques réalisées sur le muscle vaste externe du quadriceps, les résultats donnent un pourcentage équilibré entre les fibres I et II (I=52% ; II=47%) (2). Cet équilibre entre les fibres de type I ("lentes"), qui présentent une forte activité oxydative permettant des efforts longs et modérement intenses, et les fibres de type II ("rapides"), qui disposent d'une moindre aptitude oxydative conviennent parfaitement bien aux exercices courts et violents, nous oblige à rééduquer le quadriceps selon les différentes qualités musculaires à savoir l'endurance et la force maximale (7).

La méthode de renforcement analysée repose sur ces deux points principaux :

1. le recrutement maximal des unités motrices du quadriceps et des ischios-jambiers entrainant une force maximale.

2. le maintien d'une contraction statique du quadriceps à une valeur correspondant à 50% de la force maximale réalisée par le sujet sollicitera le versant endurant du muscle.

PRINCIPES BIOMECANIQUES

Lors du travail du quadriceps, le placement de la résistance a une importance capitale. En effet la contraction quadricipitale provoque une force de translation antérieure du tibia mettant ainsi en tension plus ou moins importante le transplant qui se trouve dans une phase de nécrose avasculaire

donc fragile. L'apposition d'une résistance au niveau de la partie distale de la jambe crée un couple de rotation autour d'un axe se situant au niveau du tiers-moyen du tibia accroissant cette force de glissement vers l'avant. Pour éviter ce problême, le placement d'une résistance en T.T.A. procure une force d'opposition constante et égale à la force de contraction du quadriceps (3) (2).

Le renforcement musculaire doit s'effectuer selon un mode statique car d'une part l'état articulaire du genou ne permet pas un balayage articulaire fréquent et d'autre part le travail selon un mode dynamique signifierait que la force motrice du quadriceps est supérieure à la résistance provoquant ainsi une translation antérieure du tibia et par conséquence un étirement du transplant. De plus, le mode statique permet un recrutement d'unité motrice plus important que le mode dynamique. (2)

Afin d'éviter une inversion du point fixe lors du travail en extension contre résistance ce qui entraine une élévation du bassin, nous recommanderons vivement au sujet de se cramponner aux poignées situées de chaque côté du siège pour se plaquer dessus.

Les contractions quadricipitales se font sur un genou fléchi d'environ 30° pour respecter un léger flexum préservant ainsi la ligamentoplastie. De plus, les lésions

ligamentaires s'effectuent généralement à ce degré de flexion, de ce fait il serait préférable de développer le potentiel musculaire dans ce secteur d'amplitude.

PRINCIPES PHYSIOLOGIQUES

Après les principes biomécaniques de la technique, nous allons considérer l'aspect physiologique du renforcement musculaire. Pour qu'un renforcement musculaire soit de qualité, celui-ci doit être varié pour couvrir toutes les qualités musculaires. En effet, une contraction musculaire, suivant son intensité et sa durée, fait appel à différentes fibres qui composent le muscle et met en jeu divers processus d'acquisition d'énergie. On compte trois métabolismes à l'origine de la libération d'énergie:

- le métabolisme anaérobie alactique fournit de l'énergie pour un exercice physique durant 12-13 secondes. Cette énergie repose essentiellement sur les réserves de phospho-créatine ou phosphagènes dont on sait que la formation de ce composé s'effectue surtout dans les fibres à contractions rapides (type IIb) à partir de différents acides aminés (7). Donc pour solliciter ce métabolisme, nous demanderons un effort physique intense et bref qui stimulera ces fibres IIb; c'est ce qui se produit lors de la récupération de la force maximale volontaire.

Si la récupération de la force maximale permet l'entrainement du métabolisme anaérobie alactique, la sollicitation des autres métabolismes anaerobie lactique et aérobie - s'effectuera par un travail contre résistance sous-maximale pendant une durée supérieure à 10 secondes; ainsi nous introduisons la notion d'endurance statique qui se définit par la durée pendant laquelle une charge donnée peut être supportée (4).

Le métabolisme anaérobie lactique permet de soutenir un travail intensif supérieur à une minute grâce à l'utilisation du glycogène stocké dans le muscle. De la dégradation du glycogène se dégage un produit acide, l'acide lactique, entrainant une réduction de l'effort physique (7). C'est pour une valeur correspondant à 50% de la F.M.V. soutenu le plus longtemps possible, que nous obtenons une production maximale d'acide lactique; par conséquent, comme le disent Hollmann et Hettinger, l'effort physique contre une résistance égale à 50% de la F.M.V. soutenu un maximun de temps permet un entrainement du métabolisme anaérobie lactique pratiquement de façon exclusive : ce travail réalisé sous l'appelation "T.M.E. 50%" signifie temps maximal endurant à 50% de la force maximale volontaire (2).

Le métabolisme aérobie qui régit les efforts de faible intensité sera travaillé de façon naturelle lors de la marche.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Population

La population qui a participé à l'expérimentation se compose de 5 sujets dont 2 Hommes et 3 Femmes.

Tous ces sujets, victimes d'une rupture fraîche ou ancienne du L.C.A.E., ont subi une intervention chirurgicale de remplacement du ligament lésé. Nous trouvons aussi bien des techniques mixtes (extra et intra-articulaire) du type Mac-Intosch que des techniques intra-articulaires du type Kenneth-Jones à transplant libre. L'expérimentation ne porte que sur des patients ayant un recul opératoire d'au moins 21 jours.

PRESENTATION DES PATIENTS :

Jean-Luc : - 33 ans
- Tailleur de pierres
- Chute de ski
- Type d'intervention: Kenneth-Jones à transplant libre opéré le 02/12/91

Evaluation de la perte le 30/12/91 : perte de force Q.(D/G):74%
" "I.J(D/G):58%

M.Laure- : - 23 ans

- Etudiante
- Chute de ski
- Type d'intervention: Kenneth-Jones à transplant libre opérée le 09/12/91

Evalutation de la perte le 31/12/91: perte de force Q(G/D):52%

" "IJ(G/D):37%

Sylvie : - 40 ans

- Secrétaire
- Accident de ski
- Type d'intervention : Mac-Intosch Facia Lata opérée le 03/12/91

Evaluation de la perte le 30/12/91 : perte de force Q(D/G)=42%

" "IJ(D/G)=36%

Christelle : - 21 ans

- Etudiante
- Accident de ski
- Type d'intervention : Kenneth-Jones opérée le 13/12/91

Evalutation de la perte le 02.01.92 : perte de force Q(G/D)=33%

" "IJ(G/D)=32%

Stéphane : - 32 ans

- Menuisier-Charpentier
- Accident de travail
- Type d'intervention : Kenneth-Jones opéré le 09/01/92

Evaluation de la perte le 05/02/92 : Perte de force Q (D/G)=56%

" "IJ (D/G)=62%

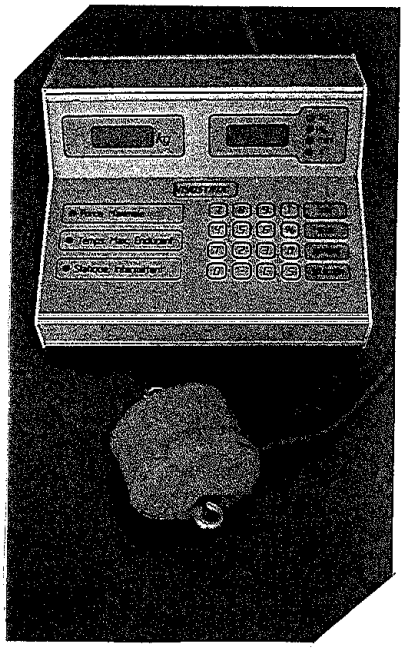
2.2 MATERIEL

Le matériel expérimental de type Myostatic se compose de :

. Un siège à quadriceps

. Un bras de levier sur lequel coulisse un cavalier

. Un capteur de force électronique qui quantifie les tensions reçues au niveau du capteur.



2.3 PROTOCOLE

A partir du 21ème jour post-opératoire, nous débutons le renforcement musculaire. La première séance est destinée à évaluer quantitativement et de façon comparative la perte de force maximale statique du quadriceps et des ischios-jambiers. Cette évaluation quantitative s'effectue par l'intermédiaire du capteur électronique de force.

L'entrainement quotidien du Lundi au Vendredi se déroulera en trois parties :

1. Récupération de la force musculaire du quadriceps par contraction statique : le sujet est assis sur le siège du myostatic de sorte que l'axe articulaire de flexion/extension du genou soit aligné avec l'axe de rotation de la barre sur laquelle coulisse le cavalier qui est placé en regard de la tubérosité tibiale antérieure. Le dossier est alors réglé en conséquence pour le confort et le bon maintien du sujet.
Nous demanderons au patient de se maintenir fermement avec ses membres supérieurs sur les poignées latérales de la chaise afin d'éviter l'élévation du bassin. Le patient devra contracter progressivement son quadriceps pour amener sa jambe en butée contre le cavalier mettant ainsi en tension le capteur de force. Une fois le capteur mis en tension, nous lui demanderons un effort maximal.

Le sujet effectuera 10 contractions maximales sur un genou dévérouillé. Chaque contraction est séparée par 2 minutes

de repos afin de permettre aux phosphagènes, principales molécules énergétiques responsables de la force instantanée, de se regénérer à 70%.

2- Récuperation de la force maximale statique des ischio-jambiers :

l'installation du sujet est semblable à celle précitée. Les seuls changements se font au niveau :

- de la résistance qui est placée à la partie postéro-inférieure de la jambe
- du placement d'une sangle sur la face antéro-inférieure du fémur pour éviter la flexion de la hanche.

Les consignes restent identiques concernant le maintien par les membres supérieurs et l'exécution du mouvement qui s'effectue dans le sens de la flexion.

3- Récupération des qualités endurantes statiques du quadriceps = temps maximal endurant à 50 % de la force maximale volontaire.

- L'installation du patient est identique à celle utilisée pour la récupération de la force maximale du quadriceps.
- La valeur d'endurance à laquelle le sujet va travailler se calcule à partir de la force maximale atteinte le jour même; elle correspond à 50% de celle-ci.
- En dehors de la mise en tension progressive du capteur, la seule consigne donnée au sujet est de maintenir la contraction musculaire au-dessus de la valeur fixée le plus longtemps possible.

3. RESULTATS

3.1 PERTE DE FORCE MAXIMALE STATIQUE DU QUADRICEPS ET DES ISCHIOS-JAMBIERS DU MEMBRE INFERIEUR OPERE PAR RAPPORT AU MEMBRE INFERIEUR SAIN.

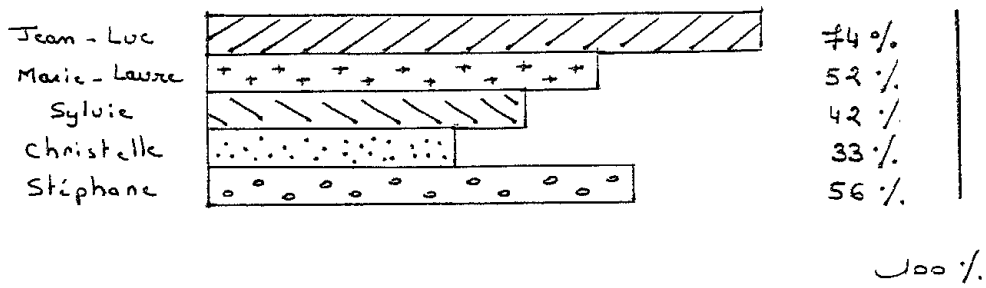


Fig. 1 : Perte de force maximale statique du quadriceps du membre inférieur opéré par rapport au membre inférieur sain

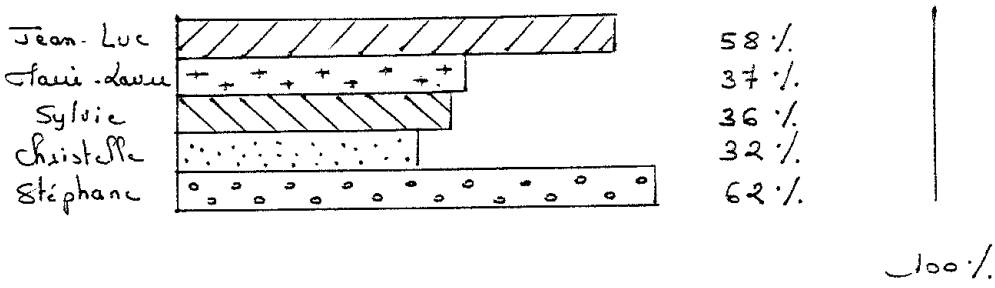


Fig. 2 : Perte de force maximale statique des Ischio-Jambiers du membre inférieur opéré par rapport au membre inférieur sain

3.2 COURBES D'EVOLUTION DE LA FORCE MAXIMALE STATIQUE DU QUADRICEPS ET DES ISCHIO-JAMBIERS (fig.3 à 7).

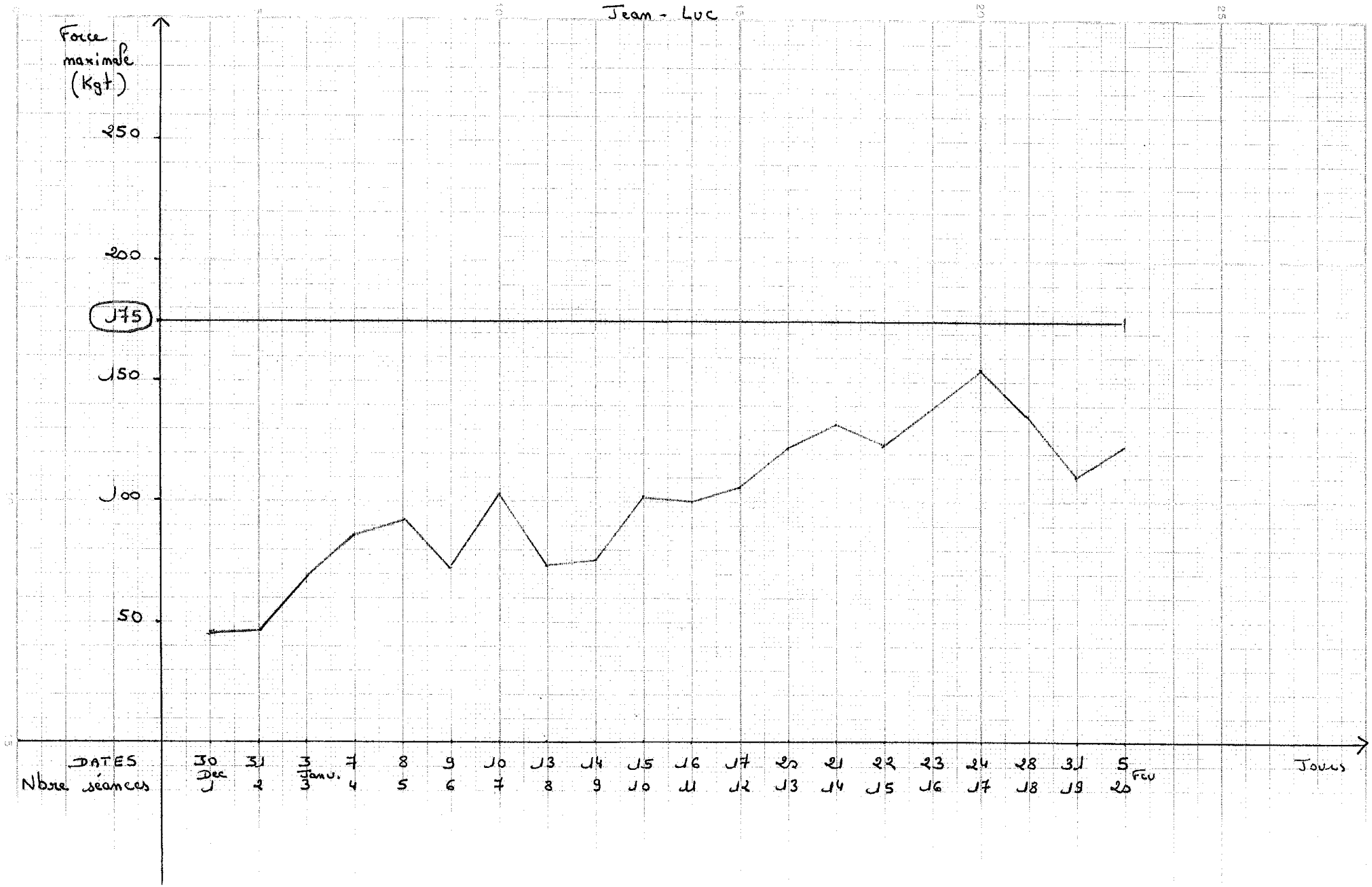
Légende des courbes

courbe rouge : courbe d'évolution de la force maximale du quadriceps.

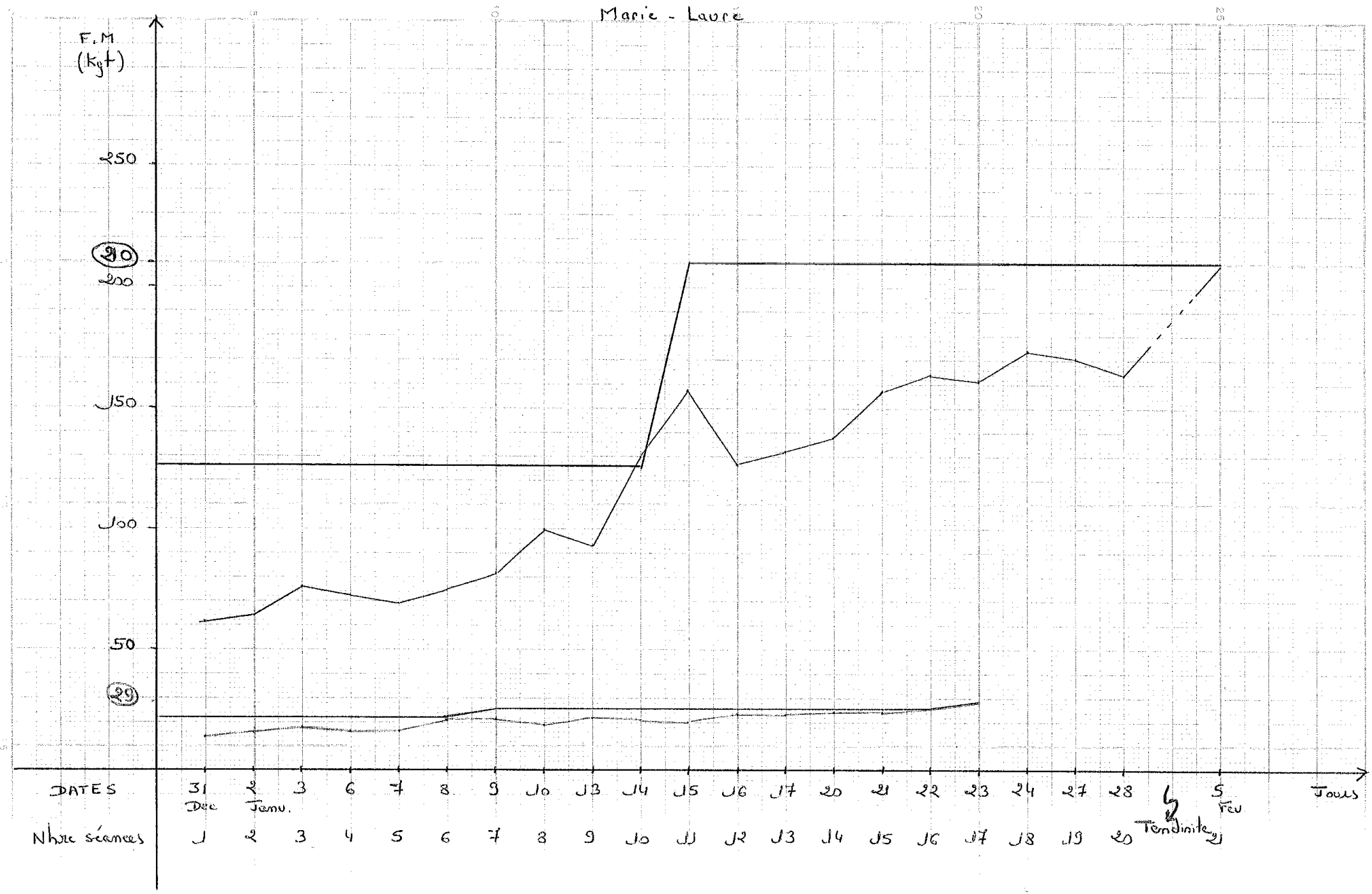
courbe verte : courbe d'évolution de la force maximale des ischio-jambiers.

———————— : force maximale volontaire de référence du quadriceps réalisée par le membre inférieur sain.

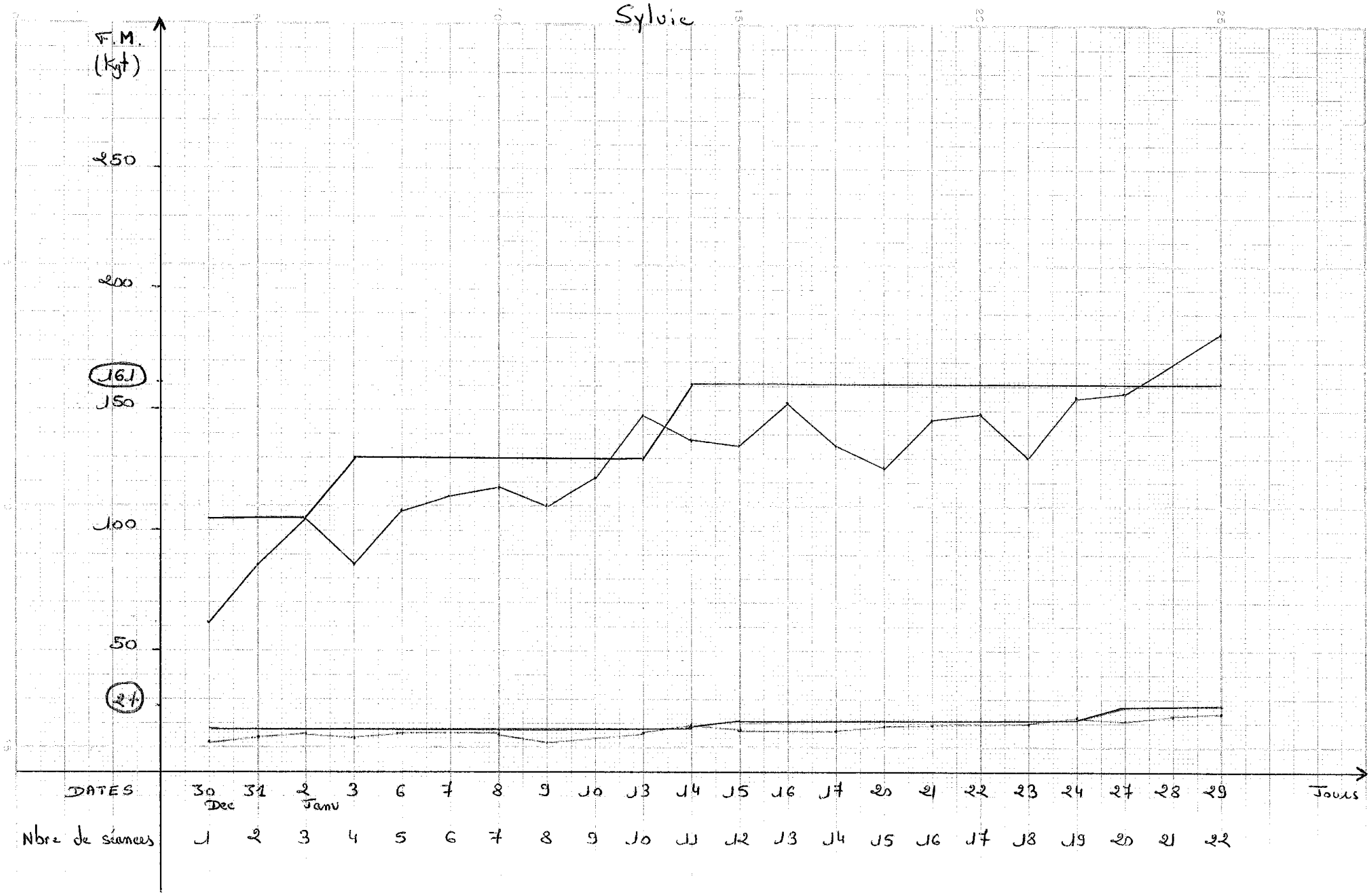
———————— : force maximale volontaire de référence des ischio-jambiers réalisée par le membre inférieur sain.


Jean - Luc
Force maximale (Kgf)
250
200
175
150
100
50
DATES
Nbre séances
30 Déc 1
31 2
3 Janv. 3
7 4
8 5
9 6
10 7
13 8
14 9
15 10
16 11
17 12
20 13
21 14
22 15
23 16
24 17
28 18
31 19
5 Fév 20
Jours

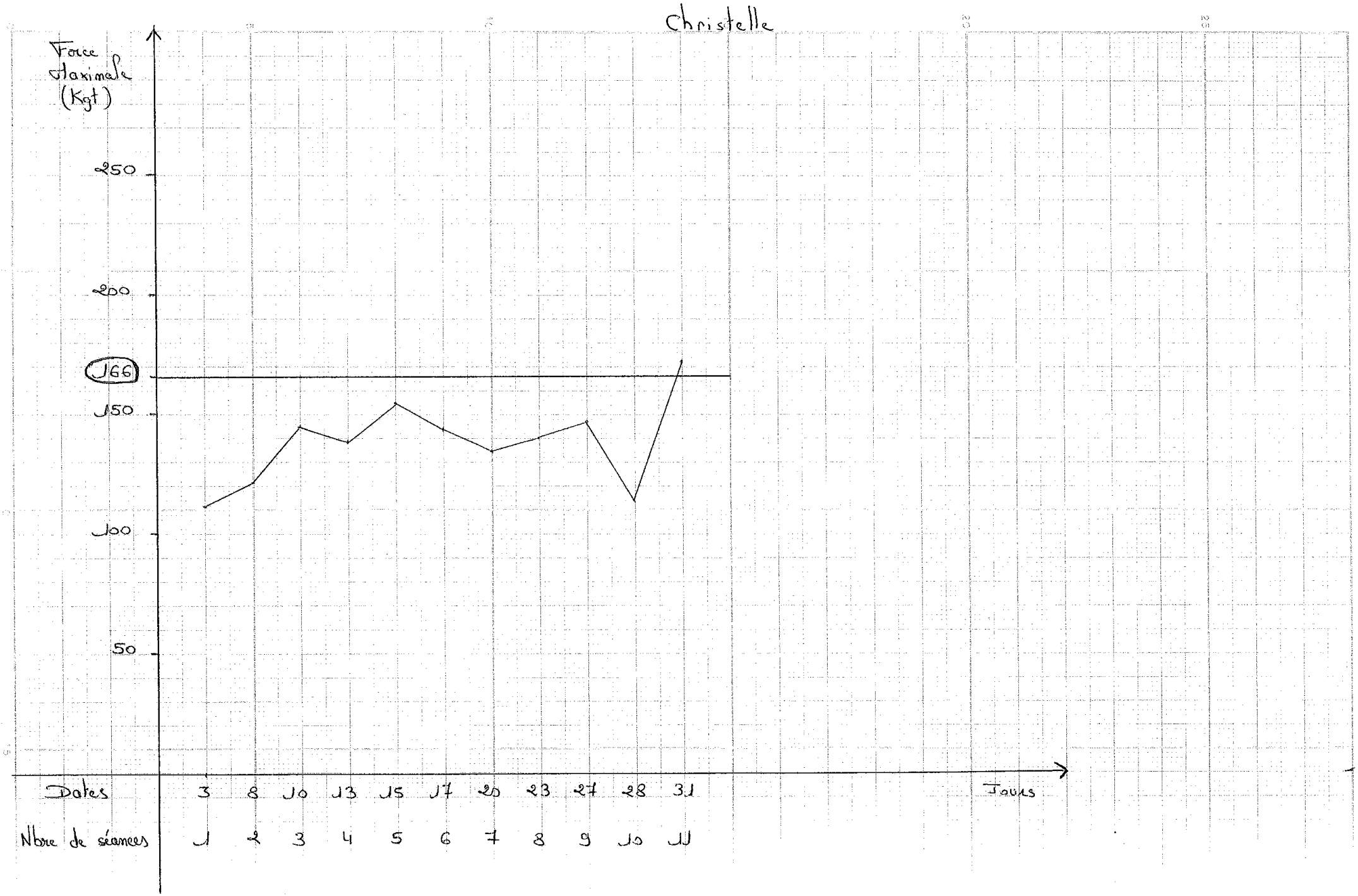
- Fig. 3 -


Marie - Laure
F.M
(Kgf)
250
210
200
150
100
50
29
DATES
31 Déc
2 Janv.
3
6
7
8
9
10
13
14
15
16
17
20
21
22
23
24
27
28
5 Fév
Jours
Nbre séances
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
Tendinite

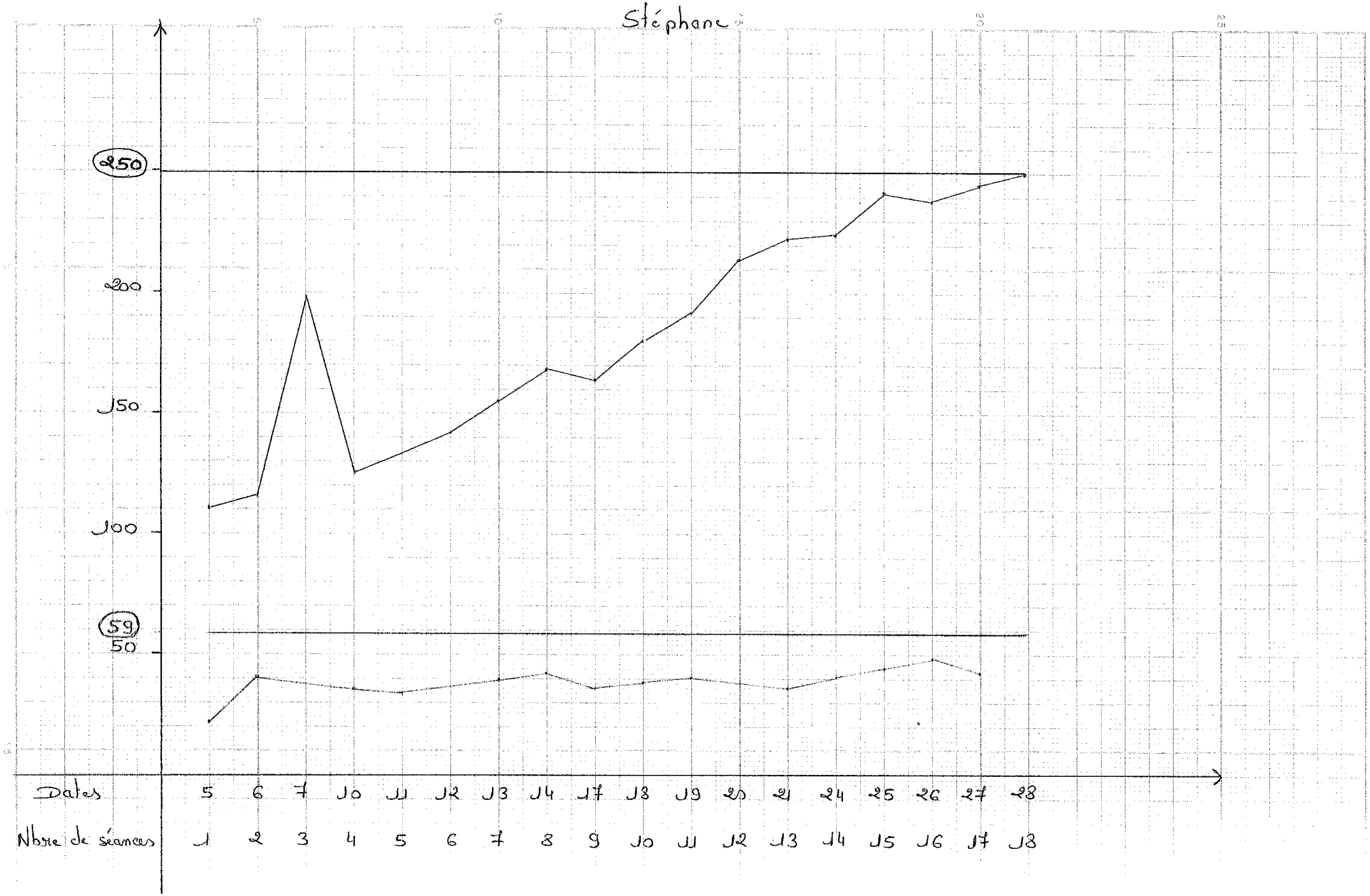
- Fig. 4 -


Sylvie
F.M.
(Kgf)
250
200
161
150
100
50
27
DATES
30 Dec
31
2 Janv
3
6
7
8
9
10
13
14
15
16
17
20
21
22
23
24
27
28
29
Jours
Nbre de séances
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

- Fig. 5 -


Christelle
Force Maximale (Kgf)
250
200
166
150
100
50
Dates
3 8 10 13 15 17 20 23 27 28 31
Jours
Nbre de séances
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

- Fig 6 -


Stéphane
250
200
150
100
59
50
Dates
5 6 7 10 11 12 13 14 17 18 19 20 21 24 25 26 27 28
Nbre de séances
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

- Fig. 7 -

3.3 GAIN DE FORCE MAXIMALE STATIQUE DU QUADRICEPS DU MEMBRE INFERIEUR OPERE ENTRE J(1ère évalutation) et J+45 (fig.8).

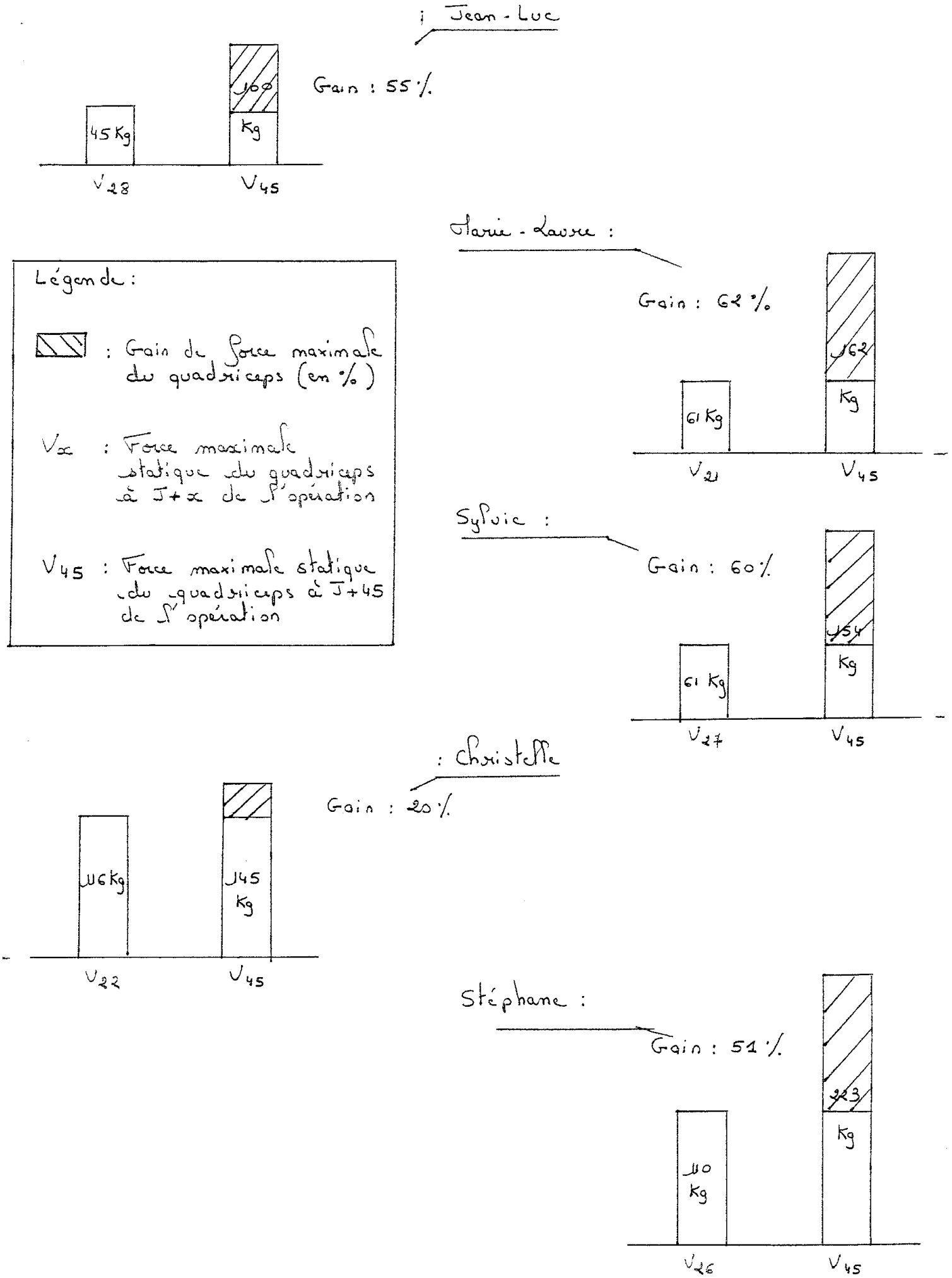


Fig. 8 : Gain de force maximale statique du quadriceps du genou opéré entre le jour de la

4. DISCUSSION

L'allure des courbes est très accidentée en particulier pour la récupération de la force quadricipitale.

Sur toutes les courbes d'évolution de la force maximale, on remarque une fluctuation parfois importante des perfomances d'un jour à l'autre ; les variations des résultats les plus importantes se retrouvent sur la courbe rouge correspondant à la force maximale du quadriceps.

La récupération musculaire est indépendante d'un groupe musculaire à l'autre ; la force maximale quadricipitale progresse plus rapidement que la force maximale des ischios-jambiers, ce qui est compréhensible du fait de la perte de force quadricipitale après chirurgie ligamentaire est en moyenne de 60% contre 40% environ pour la perte des ischios-jambiers. (2)

Même si l'allure des courbes est très personnelle d'un sujet à l'autre nous pouvons cependant dégager une allure commune au niveau de la courbe concernant le quadriceps notamment au début du renforcement musculaire : nous observons un gain de force important entre la première et la troisième séance qui est dû à une familiarisation de l'utilisation du myostatic mais aussi et surtout à une amélioration du recrutement des unités motrices lors d'un exercice maximal qui influe considérablement sur les perfomances en début de renforcement musculaire (2).

Par contre entre la 3ème et la 4ème séance, nous notons une chute des performances mais dès la 5ème séance la progression reprend. Seule exception à cette observation, la figure 3 où la progression de la force a lieu jusqu'à la 5ème séance et la chute se situe lors de la 6ème séance.

Dans tous les cas nous obtenons une récupération de la force maximale des 2 groupes musculaires qui est plus ou moins rapide d'un individu à l'autre.

La valeur de référence de la force maximale du quadriceps et des ischio-jambiers augmente du fait de l'effet musclant obtenu lors des quelques contractions pratiquées au cours de test comparatif. La référence d'objectif est déterminée par l'autre membre; en effet, une étude a montré que l'écart de force maximale quadricipitale entre les 2 membres était minime (3). Un test comparatif est effectué chaque fois que le membre opéré rattrape la valeur du membre sain jusqu'à ce que l'équilibre entre les forces statiques motrices des deux membres soit atteint.

Figure n°8

Si nous comparons aux techniques qui commencent le renforcement musculaire au 45ème jour post-opératoire, nous constatons qu'en commençant le renforcement musculaire entre J21 et J28 de l'opération, la plus faible progression de la force maximale du quadriceps est de 22% chez Christelle (fig.6) et la plus forte progression est de 62% pour Marie-Laure (fig.4);

la plus faible progression 22% se retrouvant chez le sujet dont la perte quadricipitale est la moins importante (33%) (fig.1).

Nous n'avons pas recensé de cas particuliers au cours de cette étude car tous les patients ont vu leurs perfomances musculaires croître plus ou moins rapidement, mais seulement quelques obstacles lors du déroulement de la rééducation. Les obstacles se traduisent essentiellement par des douleurs de localisations diverses autour du genou qui s'estompent soit spontanément soit après une suspension de renforcement au myostatic d'une semaine dans le cas de tendinite au niveau du tendon rotulien, des ischio-jambiers ou de la patte d'oie.

Le seul problême majeur que nous avons rencontré est un syndrome algo-neuro dystrophique chez Jean-Luc qui se répercute sur sa courbe quadricipitale par une baisse à partir du 24 Janvier (fig.3).

On notera également la perte de force musculaire maximale peu importante de Christelle qui a bénéficié d'un programme d'électrostimulation du quadriceps dès le sixième jour post-opératoire.

5. CONCLUSION

Cette technique de renforcement musculaire après ligamentoplastie permet de raccourcir le délai de récupération en l'absence de problême articulaire, ceci pour des activités sédentaires car le transplant demeure toujours fragile. L'anticipation se fait sur la reprise d'activités sédentaires et professionnelles avec une incidence financière et psychologique car la période d'arrêt de travail est diminuée.

Ce système de renforcement musculaire permet de redévelopper le potentiel de l'effecteur musculaire mais nécessite par la suite une mise en situation fonctionnelle pour exploiter ce potentiel.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOILLET, M. - PATAUD, D.
   Le genou ligamentaire : de l'analyse de la stabilité au cahier des charges kinésithérapiques d'une ligamentoplastie type KENNETH-JONES modifiée - K.S, n°297, pp33-38, Janvier 1991

2. CHATRENET, Y.
   Notions spécifiques à la récupération musculaire après chirurgie du L.C.A.E. du genou. Ann.Kinésither., 1988, t.15, n°5, pp219-229.

3. CHATRENET, Y.
   Mesures des pertes de force musculaire après chirurgie du L.C.A.E.: Analyse comparative selon les différents types d'intervention. In Les Instabilités antérieures du genou, LYON 1988.

4. GIROUD, M.
   Exigences fondamentales de la récupération cinématique du genou. Ann.Kinésithér.,1988, t.15, n°5, pp.231-240.

5. HORT, W. - FLÖTHNER, R.
   Les bases scientifiques de la musculation et de la traumatologie musculaire. PARIS, VIGOT, 1984.

6. JAEGER, J.H. - MEYER-FLECK, D.
Protocoles de rééducation des entorses graves du genou opérées. K.S., n°302, pp.53-55, Juin 1991.

7. PEYRANNE, J.
Les techniques de renforcement musculaire. Ann.Kinésithér., T.16, n°6, pp.293-298.

8. RICHE, D.
Une épreuve de force : comment gagner de la puissance. Sport et vie, n°6, pp.37-42, 1991.