

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 34 (1898)  
**Heft:** 130

**Artikel:** De l'action mécanique des muscles des doigts et du poignet ; de la rétraction des muscles après la section de leur tendon  
**Autor:** Besser, Lydie Egon de  
**Kapitel:** I: De l'action mécanique des muscles de doigts et du poignet  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-265374>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## I. DE L'ACTION MÉCANIQUE DES MUSCLES DES DOIGTS ET DU POIGNET

Le moment ou effet mécanique d'une force appliquée à une tige rigide étant donné par la puissance de traction multipliée par le bras de levier, il faut pour connaître l'action rotatoire d'un muscle sur un ginglyme et en général sur une articulation à un axe, multiplier la puissance de ce muscle par son bras de levier, c'est-à-dire par la perpendiculaire abaissée du centre de rotation sur la ligne de traction. S'il s'agit d'une articulation en selle ou encore d'une condylienne, il faut déterminer l'effet rotatoire du muscle par rapport aux deux axes perpendiculaires l'un sur l'autre qui caractérisent ces genres d'articulations.

Or, comme le moment d'un muscle rapporté à l'axe de rotation est directement proportionnel au raccourcissement ou à l'élongation que subit ce muscle au cours du mouvement<sup>1</sup>, il suffit, pour déterminer l'effet de plusieurs muscles agissant sur une articulation, de mesurer le raccourcissement ou l'élongation que subissent ces muscles pour un mouvement de même amplitude et de comparer les chiffres obtenus (Emmanuel Weber).

Je me suis servie pour mesurer l'étirement et le raccourcissement des muscles d'un procédé qui a été indiqué par le Dr Eugen Fick (IV, p. 439), en 1877, et utilisé dès lors par le Dr Emmanuel Weber (VI, p. 4) dans son étude sur les muscles de l'avant-bras, ainsi que par le prof. Bugnion (VII, p. 27 et 34) dans son travail sur le mécanisme du genou.

Ce procédé consiste à représenter le muscle sur lequel on opère par un cordon qui est attaché d'une part au tendon terminal conservé intact, tandis qu'il glisse d'autre part dans un anneau fiché dans l'os au niveau de l'insertion fixe. Le cordon, qui passe ensuite sur une poulie, étant maintenu tendu au moyen d'un poids suspendu à son extrémité libre, on mesure de combien de millimètres il s'allonge ou se raccourcit au cours du mouvement.

Dans le cas particulier, l'humérus scié à mi-longueur était

<sup>1</sup> La démonstration mathématique de cette loi a été faite par MM. Eugène Fick et Emmanuel Weber. (V. p. 126-130).

fixé dans la pince d'un de ces supports de fer que l'on emploie dans les laboratoires de chimie; l'avant-bras partiellement disséqué était maintenu horizontalement dans la pince d'un second support; les cordons représentant les faisceaux de l'extenseur commun passaient par un anneau fixé dans l'épicondyle, tandis que les cordons simulant les faisceaux du fléchisseur commun superficiel traversaient un deuxième anneau enfoncé dans l'épitrachlée; enfin, les cordons correspondant au fléchisseur commun profond glissaient dans d'autres anneaux fixés sur le cubitus dans la direction de la ligne de traction.

A quelque distance en arrière des anneaux, les cordons passaient sur de petites poulies de laiton vissées sur une planchette et maintenues à la hauteur voulue au moyen d'un troisième support. Les cordons étaient tendus au moyen de morceaux de plomb de forme conique, du poids de 100 grammes environ, suspendus à leur extrémité. Des bouts de fil de diverses couleurs, attachés sur chacun des cordons, servaient de point de repère et indiquaient le déplacement de chacun d'eux par rapport à une aiguille (point fixe) portée par un quatrième support et placée en travers sur le trajet des cordons. Les mesures étaient prises au moyen d'une règle graduée divisée en millimètres.

Enfin, pour les dernières expériences (sujet D) un grand rapporteur (cercle gradué), placé à proximité de l'articulation et centré approximativement sur l'axe de flexion, servait à mesurer l'amplitude des mouvements.

La disposition de notre appareil est à peu près celle qui a été adoptée par Em. Weber, sauf que cet expérimentateur plaçait l'avant-bras verticalement et mesurait l'étirement au moyen de morceaux de fer en forme de ciseau de menuisier, attachés transversalement à chacun des cordons et se mouvant dans le sens vertical, le long d'une règle graduée. L'appareil du prof. Bugnion est, me semble-t-il, d'un maniement plus facile.

J'ai opéré sur cinq sujets, désignés par les lettres A, B, C, D, E.

A. Homme de 62 ans (taille moyenne).

B. Femme adulte.

C. Homme de 45 ans (petite taille, extrémités grêles).

D. Homme de 52 ans (taille au-dessus de la moyenne).

E. Homme adulte (taille 1 m. 68 cm.).

Ce dernier a été utilisé pour l'étude des mouvements de latéralité.

Les muscles sur lesquels ont porté les mesures sont :

le fléchisseur commun superficiel (4 faisceaux),  
 le fléchisseur commun profond »  
 l'extenseur commun »  
 l'extenseur propre de l'index,  
 le grand palmaire,  
 le cubital antérieur,  
 le premier et le second radial,  
 le cubital postérieur.

Je donne d'abord l'ensemble des résultats obtenus ; les déductions viendront après.

Pour le moment, il suffit de rappeler que l'étirement indiqué dans chaque expérience se traduirait par un raccourcissement de même étendue, si le mouvement était exécuté en sens inverse. Ainsi, dans la première expérience, quand j'écris que l'étirement du fléchisseur superficiel (faisceau de l'index) correspondant à l'extension des articulations des phalanges et du poignet = 67 mm., cela veut dire que la flexion des mêmes articulations exigerait un raccourcissement de 67 mm. De même pour les autres cas.

J'appelle horizontale = 0°, la position dans laquelle la main est placée à plat dans le prolongement de l'avant bras.

Les degrés sont comptés de 0 à 90° pour la flexion palmaire et de 0 à -80° (ou -90) pour la flexion dorsale, extension forcée ou hyperextension (amplitude totale 170-180°).

L'étude des mouvements de latéralité fera l'objet d'un chapitre à part.

L'étirement des muscles est indiqué en millimètres.

Abréviations : *s* = fléchisseur superficiel.  
*p* = fléchisseur profond.

### Sujet A.

#### Fléchisseurs communs superficiel et profond.

Etirement correspondant aux mouvements d'extension des doigts et de la main.

*I<sup>e</sup> série.* Le poignet est en flexion palmaire forcée (90°), les doigts sont repliés en crochet ; on exécute successivement l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt		
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.	
<i>Expérience 1.</i>									
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	1	0	4	0	3	0	5	
» 2 <sup>e</sup> »	1	3	1	6	8	9	3	9	
» 1 <sup>re</sup> »	20	19	27	26	17	17	17	19	
Ext. du poignet (90 à 0°)	29	25	29	25	25	26	27	23	
» de 0 à -80°	17	13	14	13	14	9	11	11	
Total . . .	<b>67</b>	<b>61</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>58</b>	<b>67</b>	

<i>Expérience 2.</i>									
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	2	0	6	0	5	
» 2 <sup>e</sup> »	10	13	9	15	13	11	9	15	
» 1 <sup>re</sup> »	20	17	21	17	16	18	21	25	
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	22	28	29	28	24	20	20	
» de 0 à -80°	20	20	14	12	14	12	12	10	
Total . . .	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>71</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	

<i>Expérience 3.</i>									
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	1	0	2	0	3	
» 2 <sup>e</sup> »	5	6	4	14	4	8	3	8	
» 1 <sup>re</sup> »	20	20	20	21	20	18	18	20	
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	25	30	25	30	26	29	25	
» de 0 à -80°	15	10	14	12	11	10	11	12	
Total . . .	<b>65</b>	<b>63</b>	<b>68</b>	<b>73</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>61</b>	<b>68</b>	

<i>Expérience 4.</i>									
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	1	0	2	0	1	0	3	
» 2 <sup>e</sup> »	5	13	8	17	7	16	9	17	
» 1 <sup>re</sup> »	20	20	21	20	19	20	19	21	
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	22	21	23	24	23	22	24	
» de 0 à -80°	20	18	20	13	21	16	28	10	
Total . . .	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>76</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	

<i>Expérience 5.</i>									
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	3	0	4	0	3	
» 2 <sup>e</sup> »	6	15	8	13	6	12	5	15	
» 1 <sup>re</sup> »	20	21	22	21	21	23	21	22	
Ext. du poignet (90 à 0°)	23	21	24	23	23	25	24	25	
» de 0 à -80°	24	20	20	18	20	11	20	14	
Total . . .	<b>73</b>	<b>79</b>	<b>74</b>	<b>78</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>79</b>	

*Moyennes des expériences 1-5.*

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	1,6	0	2,4	0	3,2	0	3,8
» 2 <sup>e</sup> »	5,4	10	6	13	7,6	11,2	5,8	12,8
» 1 <sup>re</sup> »	20	19,4	22,2	21	18,6	19,2	19,2	21,4
Ext. du poignet (90 à 0°)	25,4	25	26,4	25	26	24,8	24,4	23,4
» de 0 à —80°	19,2	16,2	16,4	13,6	16	11,6	14,8	11,4
Total pour les phal.	25,4	31	28,2	36,4	26,2	33,6	25	38
» le poigt	44,6	41,2	42,8	38,6	42	36,4	39,2	34,8
Total . . .	<b>70</b>	<b>72,2</b>	<b>71</b>	<b>75</b>	<b>68,2</b>	<b>70</b>	<b>64,2</b>	<b>72,8</b>

*II<sup>e</sup> série.* La main est fléchie à 25°, les doigts sont repliés en crochet; on exécute successivement l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

*Expérience 6.*

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	2	0	5	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	8	15	4	8	5	10	5	10
» 1 <sup>re</sup> »	22	23	21	22	20	20	20	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	20	11	25	18	22	19	20	14
» de 0 à —80°	10	7	10	14	13	9	13	10
Total . . .	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>58</b>	<b>54</b>

*Expérience 7.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	4	0	2	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	8	14	7	11	4	9	4	8
» 1 <sup>re</sup> »	20	13	19	16	20	18	20	20
Ext. du poignet (25 à 0°)	17	19	23	22	20	21	20	14
» de 0 à —80°	10	10	11	10	10	10	10	10
Total . . .	<b>55</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

*Moyennes des expériences 6 et 7.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	3	0	3,5	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	8	14,5	5,5	9,5	4,5	9,5	4,5	9
» 1 <sup>re</sup> »	21	18	20	19	20	19	20	19
Ext. du poignet (25 à 0°)	18,5	15	24	20	21	20	20	14
» de 0 à —80°	10	8,5	10,5	12	11,5	9,5	11,5	10
Total . . .	<b>57,5</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>63,5</b>	<b>57</b>	<b>61,5</b>	<b>56</b>	<b>54</b>

**Extenseur commun.**

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

*I<sup>re</sup> série.* La main est en extension forcée ( $-80^\circ$ ); les doigts sont en extension; on exécute successivement la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

<i>Expérience 8.</i>	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	4	3	3	3
» 1 <sup>re</sup> »	16	12	15	10
Flex. du poig. ( $-80$ à $0^\circ$ )	20	20	22	17
» de $0$ à $25^\circ$ . .	10	15	10	9
» de $25$ à $90^\circ$ . .	8	8	7	6
Total . . .	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>57</b>	<b>45</b>

*Expérience 9.*

Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	3	3	1	2
» 1 <sup>re</sup> »	17	15	14	10
Flex. du poig ( $-80$ à $0^\circ$ )	20	20	22	18
» de $0$ à $25^\circ$ . .	10	12	13	10
» de $25$ à $90^\circ$ . .	8	8	6	5
Total . . .	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>56</b>	<b>45</b>

*Moyennes des expériences 8 et 9.*

Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	3,5	3	2	2,5
» 1 <sup>re</sup> »	16,5	13,5	14,5	10
Flex. du poig. ( $-80$ à $0^\circ$ )	20	20	22	17,5
» de $0$ à $25^\circ$ . .	10	13,5	11,5	9,5
» de $25$ à $90$ . .	8	8	6,5	5,5
Total . . .	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>56,5</b>	<b>45</b>

*II<sup>e</sup> série.* Les doigts en extension, le poignet en extension forcée ( $-80^\circ$ ); on exécute d'abord la flexion du poignet et ensuite la flexion des doigts.

*Expérience 10.*

	Index	Mé dius	Annulaire	Petit doigt
Flex. du poig. (—80 à 0°)	20	20	22	18
» de 0 à 25° . . .	15	11	11	10
» de 25 à 90° . . .	10	14	10	7
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	3	3	2	1
» 1 <sup>re</sup> »	12	12	11	9
Total . . .	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>56</b>	<b>45</b>

*Expérience 11.*

Flex. du poig. (—80 à 0°)	20	20	20	19
» de 0 à 25° . . .	14	12	9	6
» de 25 à 90° . . .	14	11	10	9
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	2	3	2	1
» 1 <sup>re</sup> »	12	12	12	9
Total . . .	<b>62</b>	<b>58</b>	<b>53</b>	<b>44</b>

*Moyennes des expériences 10 et 11.*

Flex. du poig. (—80 à 0°)	20	20	21	18,5
» de 0 à 25° . . .	14,5	11,5	10	8
» de 25 à 90° . . .	12	12,5	10	8
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	2,5	3	2	1
» 1 <sup>re</sup> »	12	12	11,5	9
Total . . .	<b>61</b>	<b>59</b>	<b>54,5</b>	<b>44,5</b>

**Extenseur propre de l'index.**

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

*I<sup>re</sup> série.* L'index en extension, la main en extension forcée (—80°); on exécute la flexion des phalanges et ensuite la flexion du poignet.

	Exp. 12	Exp. 13	Moyennes
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	2	4	3
» 1 <sup>re</sup> »	18	17	17,5
Flex. du poig. (—80 à 0°)	20	21	20,5
» de 0 à 25° . . .	10	10	10
» de 25 à 90° . . .	7	7	7
Total . . .	<b>57</b>	<b>59</b>	<b>58</b>

*II<sup>e</sup> série.* L'index en extension, la main en extension forcée ( $-80^\circ$ ); on exécute la flexion du poignet et ensuite la flexion des phalanges.

	Exp. 14	Exp. 15	Moyennes
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. ( $-80$ à $0^\circ$ ).	22	21	21,5
» de $0$ à $25^\circ$ . . .	14	14	14
» de $25$ à $90^\circ$ . . .	8	8	8
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	2	2	2
» 1 <sup>e</sup> »	13	14	13,5
Total . . .	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>

#### Grand palmaire.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée ( $90^\circ$ ); on exécute graduellement le mouvement d'extension.

	Exp. 16	Exp. 17	Exp. 18	Moyennes
Extens. du poignet jusqu'à l'horizont. ( $90$ à $0^\circ$ ).	24	25	24	$24\frac{1}{3}$
» de $0$ à $-80^\circ$ . . .	15	14	14	$14\frac{1}{3}$
Total . . .	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b><math>38\frac{2}{3}</math></b>

#### Cubital antérieur.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée ( $90^\circ$ ); on exécute graduellement le mouvement d'extension.

	Exp. 19	Exp. 20	Exp. 21	Moyennes
Extens. du poignet jusqu'à l'horizont. ( $90$ à $0^\circ$ ).	26	27	25	26
» de ( $0$ à $-80^\circ$ ).	11	12	14	$12\frac{1}{3}$
Total . . .	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b><math>38\frac{1}{3}</math></b>

#### Cubital postérieur.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main est en extension forcée ( $-80^\circ$ ); on exécute graduellement le mouvement de flexion.

	Exp. 22	Exp. 23	Exp. 24	Moyennes
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. ( $-80$ à $0^\circ$ ).	15	15	14	$14\frac{2}{3}$
» de $0$ à $25^\circ$ . . .	5	5	6	$5\frac{1}{3}$
» de $25$ à $90^\circ$ . . .	3	3	2	$2\frac{2}{3}$
Total . . .	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b><math>22\frac{2}{3}</math></b>

**Premier radial.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main est en extension forcée (— 80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 25	Exp. 26	Exp. 27	Moyennes
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. (— 80 à 0°).	12	14	13	13
» de 0 à 25° . . .	10	11	12	11
» de 25 à 90° . . .	10	10	10	10
Total . . .	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>34</b>

**Second radial.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main placée comme ci-dessus.

	Exp. 28	Exp. 29	Exp. 30	Moyennes
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. (— 80 à 0°).	14	15	14	14 $\frac{1}{3}$
» de 0 à 25° . . .	15	16	16	15 $\frac{2}{3}$
» de 25 à 90° . . .	14	13	14	13 $\frac{2}{3}$
Total . . .	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>43 <math>\frac{2}{3}</math></b>

**Sujet B.**

**Fléchisseurs communs superficiel et profond.**

Etirement correspondant à l'extension des doigts et du poignet.

*I<sup>re</sup> série.* Le poignet est en flexion palmaire forcée (90°), les doigts sont repliés en crochet; on exécute successivement l'extension des phalanges et ensuite l'extension du poignet.

<i>Expérience 31.</i>	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	3	0	1	0	1
» 2 <sup>e</sup> »	5	3	10	7	10	8	6	9
» 1 <sup>re</sup> »	18	19	19	19	18	19	18	19
Ext. du poignet (90 à 0°)	22	20	22	21	21	20	21	23
» de 0 à —80° . . .	22	20	20	19	16	15	15	10
Total . . .	<b>67</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>69</b>	<b>65</b>	<b>63</b>	<b>60</b>	<b>62</b>

*Expérience 32.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	4	0	2	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	8	7	9	8	9	8	9	8
» 1 <sup>re</sup> »	18	19	19	18	19	18	18	20
Ext. du poignet (90 à 0°)	22	20	20	20	20	19	18	20
» de 0 à —80° . . .	22	20	22	20	20	20	18	12
Total . . .	<b>70</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>63</b>	<b>61</b>

<i>Expérience 33.</i>	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	3	0	2	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	7	6	8	7	7	8	7	8
» 1 <sup>re</sup> »	20	19	19	18	18	17	18	16
Ext. du poig. (90 à 25°)	13	13	12	11	11	11	10	15
» de 25 à 0° . .	10	10	12	9	12	10	10	10
» de 0 à —80° .	20	20	20	20	19	20	19	15
Total . . .	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>64</b>	<b>61</b>

*Expérience 34.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	1	0	2	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	8	7	8	6	7	5	8	9
» 1 <sup>re</sup> »	17	19	18	18	17	18	16	15
Ext. du poig. (90 à 25°)	14	13	14	12	13	12	12	12
» de 25 à 0° . .	10	10	10	9	10	10	10	9
» de 0 à —80° .	22	20	21	20	20	18	18	13
Total . . .	<b>71</b>	<b>71</b>	<b>71</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>60</b>

*Expérience 35.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	2	0	2	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	7	7	8	8	7	7	8	7
» 1 <sup>re</sup> »	20	18	18	16	19	18	17	16
Ext. du poig. (90 à 25°)	13	12	14	13	12	11	12	11
» de 25 à 0° . .	10	10	11	10	10	10	9	11
» de 0 à —80° .	21	20	20	21	20	20	18	14
Total . . .	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>64</b>	<b>61</b>

*Moyennes des expériences 31 à 35.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2,4	0	2,6	0	1,8	0	1,8
» 2 <sup>e</sup> »	7	7	8,6	7,2	8	7,2	7,6	8,2
» 1 <sup>re</sup> »	18,6	18,8	18,6	17,8	18,2	18	17,4	17
Ext. du poig. (90 à 0°)	22,8	21,6	23,2	21	21,8	20,6	20,4	21,2
» de 0 à —80° .	21,4	20	20,6	20	19	18,6	17,6	12,8
Total . . .	<b>69,8</b>	<b>69,8</b>	<b>71</b>	<b>68,6</b>	<b>67</b>	<b>66,2</b>	<b>63</b>	<b>61</b>

*II<sup>e</sup> série.* La main est fléchie à 25°, les doigts sont repliés en crochet; on exécute successivement l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

<i>Expérience 36.</i>	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	4	0	3	0	3
» 2 <sup>e</sup> »	8	10	8	7	10	7	8	7
» 1 <sup>re</sup> »	20	16	20	19	20	19	20	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	19	16	20	18	16	17	15	16
» de 0 à -80°	10	11	10	9	10	8	10	8
Total . . .	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>57</b>	<b>56</b>	<b>54</b>	<b>53</b>	<b>52</b>

<i>Expérience 37.</i>								
	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	2	0	3	0	4
» 2 <sup>e</sup> »	9	7	9	6	9	7	7	6
» 1 <sup>re</sup> »	21	16	20	20	19	16	17	16
Ext. du poignet (25 à 0°)	13	18	12	13	15	16	14	14
» de 0 à -80°	12	14	11	10	12	9	10	10
Total . . .	<b>55</b>	<b>58</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>55</b>	<b>51</b>	<b>48</b>	<b>50</b>

*Moyennes des expériences 36 et 37.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	3	0	3	0	3,5
» 2 <sup>e</sup> »	8,5	8,5	8,5	6,5	9,5	7	7,5	6,5
» 1 <sup>re</sup> »	20,5	16	20	19,5	19,5	17,5	18,5	17
Ext. du poignet (25 à 0°)	16	17	16	15,5	15,5	16,5	14,5	15
» de 0 à -80°	11	12,5	10,5	9,5	11	8,5	10	9
Total . . .	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>54</b>	<b>55,5</b>	<b>52,5</b>	<b>50,5</b>	<b>51</b>

**Extenseur commun.**

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

*I<sup>re</sup> Série.* La main est en extension forcée (-80°), les doigts sont en extension; on exécute successivement la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

<i>Expérience 38.</i>	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	3	3	2	2
» 1 <sup>re</sup> »	15	17	16	12
Flex. du poignet (-80 à 0°)	20	20	20	18
» de 0 à 25° . . .	10	10	10	10
» de 25 à 90° . . .	8	7	6	4
Total . . .	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>54</b>	<b>46</b>

*Expérience 39.*

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phalange .	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	4	4	3	2
» 1 <sup>re</sup> »	16	16	15	11
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	18	21	20	15
» de 0 à 25° . . . . .	9	9	10	8
» de 25 à 90° . . . . .	8	7	6	4
Total . . . . .	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>54</b>	<b>40</b>

*Expérience 40.*

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phalange .	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	3	3	2	1
» 1 <sup>re</sup> »	14	16	16	10
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	21	21	21	17
» de 0 à 25° . . . . .	11	10	9	9
» de 25 à 90° . . . . .	8	7	6	3
Total . . . . .	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>54</b>	<b>40</b>

*Moyennes des expériences 38 à 40.*

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phalange .	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	3 $\frac{1}{3}$	3 $\frac{1}{3}$	2 $\frac{1}{3}$	1 $\frac{2}{3}$
» 1 <sup>re</sup> »	15	16 $\frac{1}{3}$	15 $\frac{2}{3}$	11
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	19 $\frac{2}{3}$	20 $\frac{2}{3}$	20 $\frac{1}{3}$	16 $\frac{2}{3}$
» de 0 à 25° . . . . .	10	9 $\frac{2}{3}$	9 $\frac{2}{3}$	9
» de 25 à 90° . . . . .	8	7	6	3 $\frac{2}{3}$
Total . . . . .	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>54</b>	<b>42</b>

*II<sup>e</sup> série.* La main est en extension forcée (—80°), les deux dernières phalanges sont fléchies, la première est en extension ; on exécute la flexion du poignet (seul).

*Expérience 41.*

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	25	24	20	17
» de 0 à 25° . . . . .	10	11	9	8
» de 25 à 90° . . . . .	5	5	9	3
Total . . . . .	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>28</b>

*Expérience 42.*

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	20	20	20	17
» de 0 à 25° . . . . .	9	12	11	9
» de 25 à 90° . . . . .	9	8	5	2
Total . . . . .	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>28</b>

*Moyennes des expériences 41 et 42.*

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	22,5	22	20	17
» de 0 à 25° . . . . .	9,5	11,5	10	8,5
» de 25 à —90° . . . . .	7	6,5	7	2,5
Total . . . . .	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>28</b>

**Extenseur propre de l'index.**

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

*I<sup>re</sup> série.* L'index en extension, la main en extension forcée (—80°); on exécute la flexion des phalanges et ensuite la flexion du poignet.

	Exp. 43	Exp. 44	Moyennes
Flex. de la 3 <sup>e</sup> phalange .	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	4	5	4,5
» 1 <sup>re</sup> »	20	18	19
Flexion du poignet (—80° à 0°) .	19	20	19,5
» de 0 à 25° . . . . .	10	9	9,5
» de 25 à 90° . . . . .	4	5	4,5
Total . . . . .	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>57</b>

*II<sup>e</sup> série.* L'index en extension, la main en extension forcée (—80°); on exécute la flexion du poignet (seul).

	Exp. 45	Exp. 46	Moyennes
Flexion du poignet (—80 à 0°).	25	23	24
» de 0 à 25° . . . . .	10	10	10
» de 25 à 90° . . . . .	7	7	7
Total . . . . .	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>41</b>

**Grand palmaire.**

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée (90°); on exécute l'extension du poignet.

	Exp. 47	Exp. 48	Exp. 49	Moyennes
Extens. du poignet (90 à 25°). .	10	8	10	9 $\frac{1}{3}$
» de 25 à 0° . . . . .	14	14	12	13 $\frac{1}{3}$
» de 0 à —80° . . . . .	13	14	14	13 $\frac{2}{3}$
Total . . . . .	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36 <math>\frac{1}{3}</math></b>

**Cubital antérieur.**

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée (90°); on exécute l'extension du poignet.

	Exp. 50	Exp. 51	Exp. 52	Moyennes
Extens. du poignet (90 à 25°) . . . . .	8	9	8	8 $\frac{1}{3}$
» de 25 à 0° . . . . .	16	17	18	17
» de 0 à -80° . . . . .	16	15	15	15 $\frac{1}{3}$
Total . . . . .	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>40<math>\frac{2}{3}</math></b>

**Cubital postérieur.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main est en extension forcée (-80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 53	Exp. 54	Exp. 55	Moyennes
Flexion du poignet (-80 à 0°) . . . . .	8	11	10	9 $\frac{2}{3}$
» de 0 à 25° . . . . .	8	8	8	8
» de 25 à 90° . . . . .	4	3	3	3 $\frac{1}{3}$
Total . . . . .	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>21</b>

**Premier radial.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (-80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 56	Exp. 57	Exp. 58	Moyennes
Flexion du poignet (-80 à 0°) . . . . .	13	14	13	13 $\frac{1}{3}$
» de 0 à 25° . . . . .	11	12	11	11 $\frac{1}{3}$
» de 25 à 90° . . . . .	10	9	10	9 $\frac{2}{3}$
Total . . . . .	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>34<math>\frac{1}{3}</math></b>

**Second radial.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (-80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 59	Exp. 60	Exp. 61	Moyennes
Flexion du poignet (-80 à 0°) . . . . .	14	14	15	14 $\frac{1}{3}$
» de 0 à 25° . . . . .	14	12	14	13 $\frac{1}{3}$
» de 25 à 90° . . . . .	14	15	14	14 $\frac{1}{3}$
Total . . . . .	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>42</b>

## Sujet C.

## Fléchisseurs communs superficiel et profond.

Etirement correspondant à l'extension des doigts et du poignet.

*I<sup>re</sup> série.* La main en flexion palmaire forcée (90°), les doigts en crochet; on exécute l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
<i>Expérience 62.</i>								
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	3	0	5	0	3
» 2 <sup>e</sup> »	5	10	8	6	6	5	5	7
» 1 <sup>re</sup> »	20	20	22	20	20	20	20	22
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	20	21	22	20	20	21	21
» de 0 à —80°	20	20	21	22	23	20	20	21
Total . . .	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>66</b>	<b>74</b>

*Expérience 63.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2	0	4	0	4	0	4
» 2 <sup>e</sup> »	5	13	7	14	5	10	4	10
» 1 <sup>re</sup> »	20	20	21	20	21	23	20	20
Ext. du poignet (90 à 0°)	24	20	22	24	23	23	20	22
» de 0 à —80°	21	19	20	12	20	10	20	18
Total . . .	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>64</b>	<b>74</b>

*Expérience 64.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	5	0	5	0	3
» 2 <sup>e</sup> »	5	12	8	12	5	11	5	10
» 1 <sup>re</sup> »	20	20	22	20	20	24	18	21
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	22	24	22	24	23	21	26
» de 0 à —80°	20	16	20	13	20	10	21	11
Total . . .	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>69</b>	<b>73</b>	<b>65</b>	<b>71</b>

*Moyennes des expériences 62 à 64.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	2 $\frac{1}{3}$	0	4	0	4 $\frac{2}{3}$	0	3 $\frac{1}{3}$
» 2 <sup>e</sup> »	5	11 $\frac{2}{3}$	7 $\frac{2}{3}$	10 $\frac{2}{3}$	5 $\frac{1}{3}$	8 $\frac{2}{3}$	4 $\frac{2}{3}$	9
» 1 <sup>re</sup> »	20	20	21 $\frac{2}{3}$	20	20 $\frac{1}{3}$	22 $\frac{1}{3}$	19 $\frac{1}{3}$	21
Ext. du poignet (90 à 0°)	24 $\frac{2}{3}$	20 $\frac{2}{3}$	22 $\frac{1}{3}$	22 $\frac{1}{3}$	22 $\frac{1}{3}$	22	20 $\frac{2}{3}$	23
» de 0 à —80°	20 $\frac{1}{3}$	18 $\frac{1}{3}$	20 $\frac{1}{3}$	15	21	13 $\frac{1}{3}$	20 $\frac{1}{3}$	16 $\frac{2}{3}$
Total . . .	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>69</b>	<b>71</b>	<b>65</b>	<b>73</b>

*II<sup>e</sup> série.* La main fléchie à 25°, les doigts en crochet ; on exécute l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
<i>Expérience 65.</i>								
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3	0	4	0	3	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	7	15	8	12	4	8	4	10
» 1 <sup>re</sup> »	21	14	18	15	18	18	20	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	16	18	24	23	22	23	20	14
» de 0 à -80°	12	10	10	11	10	11	10	10
<b>Total . . .</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>54</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

<i>Expérience 66.</i>								
Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	4	0	5	0	3	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	8	13	7	10	8	8	4	10
» 1 <sup>re</sup> »	20	13	19	15	16	16	24	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	18	18	24	21	26	21	20	13
» de 0 à -80°	12	10	10	10	10	13	10	11
<b>Total . . .</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>54</b>

*Moyennes des expériences 65 et 66.*

Ext. de la 3 <sup>e</sup> phal.	0	3,5	0	4,5	0	3	0	2
» 2 <sup>e</sup> »	7,5	14	7,5	11	6	8	4	10
» 1 <sup>re</sup> »	20,5	13,5	18,5	15	17	17	22	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	17	18	24	22	24	22	20	13,5
» de 0 à -80°	12	10	10	10,5	10	12	10	10,5
<b>Total . . .</b>	<b>57</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>62</b>	<b>56</b>	<b>54</b>

**Extenseur commun.**

Etirement correspondant à la flexion des doigts et du poignet.

La main en extension forcée (-80°), les doigts en extension ; on exécute la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
<i>Expérience 67.</i>				
Flexion de la 3 <sup>e</sup> phalange.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	4	3	3	2
» 1 <sup>re</sup> »	15	13	15	10
Flexion du poignet (-80 à 0°)	20	20	22	17
» de 0 à 25°	10	15	10	9
» de 25 à 90	9	8	6	7
<b>Total . . .</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>56</b>	<b>45</b>

*Expérience 68.*

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion de la 3 <sup>e</sup> phalange.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	5	5	4	2
» 1 <sup>re</sup> »	16	12	14	9
Flexion du poignet (—80 à 0°)	20	20	21	16
» de 0 à 25° . . . . .	10	14	11	10
» de 25 à 90° . . . . .	8	8	7	8
Total . . . . .	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>45</b>

*Moyennes des expériences 67 et 68*

Flexion de la 3 <sup>e</sup> phalange.	0	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	4,5	4	3,5	2
» 1 <sup>re</sup> »	15,5	12,5	14,5	9,5
Flexion du poignet (—80 à 0°).	20	20	21,5	16,5
» de 0 à 25° . . . . .	10	14,5	10,5	9,5
» de 25 à 90° . . . . .	8,5	8	6,5	7,5
Total . . . . .	<b>58,5</b>	<b>59</b>	<b>56,5</b>	<b>45</b>

**Extenseur propre.**

Etirement correspondant à la flexion de l'index et du poignet.  
La main en extension forcée (—80°), l'index en extension ; on exécute la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

	Exp. 69	Exp. 70	Moyennes
Flexion de la 3 <sup>e</sup> phalange.	0	0	0
» 2 <sup>e</sup> »	4	3	3,5
» 1 <sup>re</sup> »	20	21	20,5
Flexion du poignet (—80 à 0°)	18	19	18,5
» de 0 à 25° . . . . .	11	10	10,5
» de 25 à 90° . . . . .	4	4	4
Total . . . . .	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>57</b>

**Grand palmaire.**

Etirement correspondant à l'extension du poignet.  
La main en flexion palmaire forcée (90°), on exécute le mouvement d'extension.

	Exp. 71	Exp. 72	Exp. 73	Moyennes
Extens. du poignet (90 à 25°).	11	10	10	10 $\frac{1}{3}$
» de 25 à 0° . . . . .	15	14	15	14 $\frac{2}{3}$
» de 0 à —80° . . . . .	12	13	14	13
Total . . . . .	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>37</b>	<b>38</b>

**Cubital antérieur.**

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main en flexion palmaire forcée (90°); on exécute le mouvement d'extension.

	<b>Exp. 74</b>	<b>Exp. 75</b>	<b>Exp. 76</b>	<b>Moyennes</b>
Extens. du poignet (90 à 25°).	10	10	9	9 $\frac{2}{3}$
» de 25 à 0° . . .	17	16	17	16 $\frac{2}{3}$
» de 0 à -80° . . .	13	14	12	13
<b>Total . . .</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>39<math>\frac{1}{3}</math></b>

**Premier radial.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (-80°); on exécute le mouvement de flexion.

	<b>Exp. 77</b>	<b>Exp. 78</b>	<b>Exp. 79</b>	<b>Moyennes</b>
Flexion du poignet (-80 à 0°).	14	13	13	13 $\frac{1}{3}$
» de 0 à 25° . . . .	10	11	12	11
» de 25 à 90° . . .	11	12	10	11
<b>Total . . .</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>35<math>\frac{1}{3}</math></b>

**Second radial.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (-80°); on exécute le mouvement de flexion.

	<b>Exp. 80</b>	<b>Exp. 81</b>	<b>Exp. 82</b>	<b>Moyennes</b>
Flexion du poignet (-80 à 0°).	14	15	14	14 $\frac{1}{3}$
» de 0 à 25° . . . .	15	13	15	14 $\frac{1}{3}$
» de 25 à 90° . . .	12	13	12	12 $\frac{1}{3}$
<b>Total . . .</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>

**Cubital postérieur.**

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (-80°); on exécute le mouvement de flexion.

	<b>Exp. 83</b>	<b>Exp. 84</b>	<b>Exp. 85</b>	<b>Moyennes</b>
Flexion du poignet (-80 à 0°).	9	8	10	9
» de 0 à 25° . . . .	9	9	8	8 $\frac{2}{3}$
» de 25 à 90° . . .	5	4	5	4 $\frac{2}{3}$
<b>Total . . .</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>22<math>\frac{1}{3}</math></b>

**Sujet D.**

L'appareil est complété au moyen d'un cercle gradué qui permet de mesurer les degrés de flexion.

Raccourcissement des *fléchisseurs* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion de la 1<sup>re</sup> phalange (articulation métacarpo-phalangienne).

Les doigts sont placés en extension forcée ( $-20^{\circ}$ ) ; on exécute les mouvements de flexion de  $20^{\circ}$  à  $20^{\circ}$  (amplitude totale :  $110^{\circ}$ ).

L'étirement des muscles est indiqué en millimètres.

<i>Exp. 86.</i>	<b>Index.</b>			
Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
$-20^{\circ}$ à $0^{\circ}$	3,2	3,0	1,8	1,8
0 à 20	4,4	3,8	2,3	2,3
20 à 40	4,8	4,5	3,0	2,8
40 à 60	3,3	3,3	2,1	2,1
60 à 80	3,0	2,8	2,0	2,0
80 à 90	1,2	1,4	1,0	1,0
<b>Total</b>	<b>19,9</b>	<b>18,8</b>	<b>12,2</b>	<b>12,0</b>
	<b>Médius.</b>			
$-20^{\circ}$ à $0^{\circ}$	3,3	3,2	2,0	
0 à 20	4,2	4,0	2,5	
20 à 40	5,0	5,0	3,0	
40 à 60	3,8	3,8	2,2	
60 à 80	3,0	2,5	2,0	
80 à 90	1,5	1,5	1,0	
<b>Total</b>	<b>20,8</b>	<b>20,0</b>	<b>12,7</b>	
	<b>Petit doigt.</b>			
$-20^{\circ}$ à $0^{\circ}$	3,0	3,1	1,4	
0 à 20	4,0	4,1	1,6	
20 à 40	4,3	4,5	2,3	
40 à 60	3,1	3,3	1,5	
60 à 80	2,5	2,6	1,5	
80 à 90	1,2	1,2	0,7	
<b>Total</b>	<b>18,1</b>	<b>18,8</b>	<b>9,0</b>	

Raccourcissement des *fléchisseurs* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion de la 2<sup>me</sup> phalange.

*Exp. 87.***Index.**

Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
0° à 20°	3,5	3,3	1,6	1,5
20 à 40	4,1	4,0	2,0	2,1
40 à 60	3,2	3,3	1,8	1,8
60 à 80	2,5	2,4	1,1	1,1
80 à 90	1,0	1,0	0,5	0,6
<b>Total</b>	<b>14,3</b>	<b>14,0</b>	<b>7,0</b>	<b>7,1</b>

**Médius.**

0° à 20°	3,6	3,5	1,5
20 à 40	4,4	4,3	2,2
40 à 60	4,1	4,1	1,8
60 à 80	2,2	2,1	1,1
80 à 90	1,0	1,0	0,5
<b>Total</b>	<b>15,3</b>	<b>15,0</b>	<b>7,1</b>

**Petit doigt.**

0° à 20°	2,4	2,5	1,2
20 à 40	3,6	3,6	2,0
40 à 60	2,8	2,8	1,5
60 à 80	1,6	1,6	1,0
80 à 90	0,6	0,7	0,4
<b>Total</b>	<b>11,5</b>	<b>11,2</b>	<b>6,1</b>

Raccourcissement du *fléchisseur profond* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion de la 3<sup>me</sup> phalange.

*Exp. 88.***Index.**

Flexion de	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
0° à 20°	1,0	0,5	0,5
à 40	1,4	0,7	0,7
40 à 60	2,0	1,4	1,2
60 à 80	1,5	1,0	1,0
80 à 90	0,5	0,2	0,1
<b>Total</b>	<b>6,4</b>	<b>3,8</b>	<b>3,5</b>

Flexion de	Médius.		Petit doigt.	
	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Fléchisseur profond	Extenseur commun
0° à 20°	1,0	0,5	0,5	0,1
20 à 40	1,4	0,7	0,8	0,5
40 à 60	2,3	1,4	1,2	0,8
60 à 80	1,5	1,0	1,0	0,4
80 à 90	0,5	0,2	0,1	0,1
<b>Total</b>	<b>6,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,6</b>	<b>1,9</b>

Raccourcissement des *fléchisseurs* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion du poignet de  $-90^\circ$  à  $90^\circ$  (amplitude totale :  $180^\circ$ ).

Le poignet en extension forcée ( $-90^\circ$ ) ; on exécute successivement les mouvements de flexion (les doigts sont maintenus en extension).

*Exp. 89.*      **Index.**

Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
$-90^\circ$ à $-80^\circ$	1,5	1,5	1,0	1,1
$-80$ à $-60$	3,4	3,4	3,3	3,2
$-60$ à $-40$	4,4	4,5	5,0	5,0
$-40$ à $-20$	5,0	5,0	5,2	5,2
$-20$ à 0	5,3	5,3	5,6	5,6
0 à 20	5,4	5,4	5,7	5,7
20 à 40	6,0	6,0	6,3	6,3
40 à 60	6,8	6,9	7,2	7,3
60 à 80	6,5	6,5	6,6	6,6
80 à 90	1,5	1,5	1,1	1,1
<b>Total</b>	<b>45,8</b>	<b>46,1</b>	<b>47,0</b>	<b>47,1</b>

**Médius.**

$-90^\circ$ à $-80^\circ$	1,6	1,5	1,0
$-80$ à $-60$	3,4	3,3	3,0
$-60$ à $-40$	4,4	4,4	5,0
$-40$ à $-20$	5,1	5,0	5,5
$-20$ à 0	5,3	5,2	5,7
0 à 20	5,4	5,4	5,8
20 à 40	6,0	6,0	6,3
40 à 60	6,8	6,7	7,0
60 à 80	6,6	6,4	6,4
80 à 90	1,5	1,4	1,0
<b>Total</b>	<b>46,1</b>	<b>45,3</b>	<b>46,7</b>

**Annulaire.**

Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun
—90° à —80°	1,5	1,2	1,5
—80 à —60	3,5	3,4	3,6
—60 à —40	4,3	4,0	4,0
—40 à —20	5,1	4,6	4,5
—20 à 0	5,2	5,2	5,2
0 à 20	5,4	5,4	5,4
20 à 40	6,0	6,0	6,0
40 à 60	6,8	6,5	6,7
60 à 80	6,4	6,2	6,2
80 à 90	1,4	1,2	1,3
<b>Total .</b>	<b>45,6</b>	<b>43,7</b>	<b>44,4</b>

**Petit doigt.**

—90° à —80°	1,2	1,1	0,7
—80 à —60	3,3	3,2	2,5
—60 à —40	4,0	4,0	3,8
—40 à —20	4,2	4,2	4,0
—20 à 0	4,6	4,5	4,3
0 à 20	5,0	5,0	4,8
20 à 40	5,7	5,6	5,0
40 à 60	6,2	6,2	5,8
60 à 80	6,0	6,0	5,3
80 à 90	1,2	1,0	1,0
<b>Total .</b>	<b>41,4</b>	<b>40,8</b>	<b>37,2</b>

**Exp. 90.**

Flexion de	Grand palmaire.	Cubital antérieur	Premier radial	Second radial.	Cubital post.
—90° à —80°	1,0	1,0	1,0	1,1	0,5
—80 à —60	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0
—60 à —40	3,8	3,5	2,2	2,3	1,3
—40 à —20	4,2	4,1	3,1	3,2	1,5
—20 à 0	4,6	4,3	4,2	4,2	2,0
0 à 20	5,2	5,0	4,5	4,5	2,5
20 à 40	6,0	5,4	4,8	5,0	3,0
40 à 60	6,5	6,0	5,2	5,4	4,5
60 à 80	5,1	4,8	4,3	4,4	2,6
80 à 90	1,5	1,6	2,0	2,1	0,5
<b>Total . .</b>	<b>40,4</b>	<b>37,7</b>	<b>32,8</b>	<b>33,7</b>	<b>19,4</b>

*Résumé des expériences 86 à 89.*

<b>Index.</b>				
	Fl. sup.	Fl. pr.	Ext. c.	Ext. pr.
Flex. de la 1 <sup>re</sup> phal.	19,9	18,8	12,2	12
» 2 <sup>e</sup> »	14,3	14	7	7,1
» 3 <sup>e</sup> »	—	6,4	3,8	3,5
Total . . .	<b>34,2</b>	<b>39,2</b>	<b>23</b>	<b>22,6</b>
Flexion du poignet	45,8	46,1	47	47,2
Total . . .	<b>80</b>	<b>85,3</b>	<b>70</b>	<b>69,8</b>

<b>Médius.</b>			
Flex. de la 1 <sup>re</sup> phal.	20,8	20	12,7
» 2 <sup>e</sup> »	15,3	15	7,1
» 3 <sup>e</sup> »	--	6,7	3,8
Total . . .	<b>36,1</b>	<b>41,7</b>	<b>23,6</b>
Flexion du poignet	46,2	45,4	46,8
Total . . .	<b>82,3</b>	<b>87,1</b>	<b>70,4</b>

<b>Petit doigt.</b>			
Flex. de la 1 <sup>re</sup> phal.	18,1	18,8	9,0
» 2 <sup>e</sup> »	11,0	11,2	6,1
» 3 <sup>e</sup> »	—	3,6	1,9
Total . . .	<b>29,1</b>	<b>33,6</b>	<b>17</b>
Flexion du poignet	41,4	40,8	37,2
Total . . .	<b>70,5</b>	<b>74,4</b>	<b>54,2</b>

*Résumé de l'expérience 90.*

	Gr. palm.	Cub. ant.	1 <sup>er</sup> rad.	2 <sup>e</sup> rad.	Cub. post.
Flexion du poignet					
» de —90 à 0°	16,1	14,9	12	12,3	6,3
» de 0 à 90°	24,3	22,8	20,8	21,4	13,1
Total . . .	<b>40,4</b>	<b>37,7</b>	<b>32,8</b>	<b>33,7</b>	<b>19,4</b>

### Mesure de la longueur des muscles.

Je place ici quelques indications relatives à la longueur des muscles et des tendons, afin de pouvoir les utiliser dans le paragraphe suivant. Il importe, en effet, de pouvoir discuter le degré d'étirement et de raccourcissement *en rapport* avec les dimensions des muscles.

Les mesures ont été prises sur le sujet C<sup>1</sup>.

#### *Fléchisseur superficiel.*

Corps charnu du fais. de l'index . . .	26 cm.,	tendon	15 cm.
» » du médius . . .	21 »	»	17 »
» » de l'annulaire . . .	19 »	»	20 »
» » du petit doigt . . .	21 »	»	14 »

#### *Fléchisseur profond.*

Corps charnu du fais. de l'index . . .	19 cm.,	tendon	20 cm.
» » du médius . . .	23 »	»	16 »
» » de l'annulaire . . .	18 »	»	19 »
» » du petit doigt . . .	18 »	»	20 »

#### *Extenseur commun des doigts.*

Corps charnu du fais. de l'index . . .	21 cm.,	tendon	22 cm.
» » du médius . . .	14 »	»	28 »
» » de l'annulaire . . .	20 »	»	22 »
» » du petit doigt . . .	21 »	»	19 »

#### *Extenseur propre de l'index.*

Longueur du corps charnu 19 cm., du tendon 15 cm.

#### *Grand palmaire.*

Longueur du corps charnu 19 cm., du tendon 10 cm.

<sup>1</sup> Ces chiffres sont approximatifs. Il faudrait pour faire un calcul exact tenir compte de la longueur et de la direction de toutes les fibres.

*Cubital antérieur.*

Longueur du corps charnu 25 cm., du tendon 2 cm.

*Cubital postérieur.*

Longueur du corps charnu 22 cm., du tendon 11 cm.

*Premier radial.*

Longueur du corps charnu 14 cm., du tendon 16 cm.

*Second radial.*

Longueur du corps charnu 18 cm., du tendon 11 cm.

**Déductions.***Action des fléchisseurs.*

Chez le sujet A (moy. des exp. 1-5), la main étant en flexion palmaire forcée, les doigts repliés en crochet, on constate d'abord que l'extension totale des phalanges et du poignet produit un allongement de 70 mm. pour le fléchisseur superficiel et de 72,2 pour le fléchisseur profond (faisceau de l'index).

Cela veut dire que ces muscles devraient se raccourcir de la même quantité pour effectuer la flexion complète des phalanges, plus la flexion du poignet de — 80 à 90°. On voit encore que des 70 mm. qui indiquent l'étirement du fléchisseur superficiel, 44,6 correspondent à l'extension du carpe de 90 à — 80° (amplitude 170°) et 25,4 à l'extension de la première et de la seconde phalange. Quant aux 72,2 mm. qui indiquent l'étirement du fléchisseur profond, 41,2 mm. correspondent à l'extension du carpe et 31 mm. à l'extension des trois phalanges.

En réalité, le mouvement ne s'effectue que très exceptionnellement avec une si grande amplitude. Nous savons déjà que lorsque les doigts sont repliés, les phalanges serrées les unes contre les autres, la plupart des individus ne peuvent pas fléchir le poignet au delà de 20-25°<sup>1</sup>.

Sous ce rapport, la seconde série d'expériences (n° 6 et 7), où l'on part de la flexion à 25°, correspond plus exactement à la

<sup>1</sup> Nous pouvons bien fléchir les doigts en même temps que le poignet, mais à condition de ne pas les replier entièrement et de tenir les phalanges un peu écartées.

réalité. Dans cette seconde série, l'extension des phalanges et du poignet à partir de la position indiquée produit un étirement de 57,5 mm. pour le fléchisseur superficiel et de 59 pour le fléchisseur profond (faisceau de l'index). Cela veut dire que ces muscles devraient se raccourcir de la même quantité pour produire la flexion complète des phalanges plus la flexion du poignet jusqu'à 25°.

Les différences entre les chiffres de la première et ceux de la seconde série (12,5 mm. pour le fléchisseur superficiel et 13,2 pour le fléchisseur profond) indiquent de combien ces muscles devraient se raccourcir encore pour compléter la flexion de 25° à 90°.

Les chiffres sont constamment un peu plus forts pour le médus, plus faibles, au contraire, pour l'annulaire et le petit doigt, ce qui s'explique par les proportions du squelette.

Chez le sujet B (féminin), dont les extrémités étaient plus fines, l'extension totale des phalanges et du poignet produit un étirement de 69,8 dans la première série d'expériences (moy. des exp. 31 à 35) et de 56 à 57 dans la seconde. (moy. des exp. 36 à 37). Différences : 13,8 et 12,8 mm.

Chez le sujet C (homme de 45 ans), les chiffres sont de nouveau très semblables à ceux du sujet A :

1 <sup>re</sup> série. Etir <sup>t</sup> du fléch. sup.	70	du fl. prof.	73 (Exp. 62-64)
2 <sup>e</sup> " " " "	57	"	59 (Exp. 65-66)
	13		14
	Différences		

Enfin chez le sujet D, où les mesures ont été prises d'une manière différente, chaque excursion de 20° faisant l'objet d'une expérience à part, on trouve :

1° En additionnant les chiffres correspondant à la flexion des phalanges et à la flexion du poignet jusqu'à 90° (Exp. 86-89) <sup>1</sup>

	Fléchiss. superficiel (f. de l'index)	Fléchiss. profond (f. de l'index)
Flexion de la 1 <sup>re</sup> phalange . . .	19,9	18,8
» » 2 <sup>e</sup> » . . .	14,3	14
» » 3 <sup>e</sup> » . . .	—,—	6,4
» du poignet de —90 à 90° .	45,8	46,1
	80	85,3
Total . .		

<sup>1</sup> Ces chiffres indiquent le *raccourcissement* des fléchisseurs correspondant à la flexion.

2° En additionnant les chiffres correspondant à la flexion des phalanges et à la flexion du poignet jusqu'à 25° :

	Fléchiss. superficiel	Fléchiss. profond
Flexion de la 1 <sup>e</sup> phalange. . . . .	19,9	18,8
» » 2 <sup>e</sup> » . . . . .	14,3	14
» » 3 <sup>e</sup> » . . . . .	—,—	6,4
» du poignet de —90 à 0°. . . . .	25	25,1
» de 0 à 25° . . . . .	1,5	1,5
Total . . . . .	60,7	65,8

Différences: 80 — 60,7 = 19,3 mm.

85,3 — 65,8 = 19,5 »

Ces chiffres, un peu plus forts que dans les trois premiers cas, s'expliquent parce que, en procédant de cette manière, les tendons gardent plus de liberté que lorsqu'ils sont déjà tendus par un mouvement précédent.

En résumé, nous pouvons admettre comme mesure moyenne de l'étirement des fléchisseurs :

1° En passant de la flexion complète à l'extension forcée des doigts et du poignet (Exp. 1-5) :

	Index	Médus	Annulaire	Petit doigt
Pour le fléchisseur superficiel	70	71	68	64
» profond	72	75	70	73

2° En passant de la flexion du poignet à 25° (avec flexion complète des doigts) à l'extension forcée (Exp. 6-7) :

	Index	Médus	Annulaire	Petit doigt
Pour le fléchisseur superficiel	57	60	57	56
» profond	59	63	61	54

Les premiers chiffres compris entre 64 et 75 mm. indiquent l'étirement maximum des tendons fléchisseurs tel qu'il se produit dans l'extension forcée des doigts et du poignet, ou inversement le raccourcissement que peuvent subir les mêmes tendons préalablement étirés.

Les seconds chiffres compris entre 54 et 63 mm. indiquent l'étirement (ou le raccourcissement) qui se produit dans les mouvements habituels.

L'étendue relativement considérable du glissement des tendons provient de ce que les fléchisseurs communs agissent sur plusieurs articulations à la fois. Les mouvements correspondant

à chacune de ces articulations s'additionnent les uns aux autres et augmentent d'autant le déplacement total.

Ces faits n'ont pas seulement un intérêt théorique. Ils expliquent pourquoi les adhérences qui succèdent à l'inflammation des synoviales gênent à un si haut degré les mouvements des doigts. Ils font mieux comprendre le rôle des contractures, les positions vicieuses qui en résultent. Ces mesures correspondent encore aux déplacements que l'on observe dans la pratique chirurgicale, lorsqu'on se propose de suturer un tendon fléchisseur coupé par accident. La main étant placée à plat sur sa face dorsale en vue de la recherche du bout supérieur, on trouve un écart des bouts sectionnés de 5 à 5 ½ cm. environ, un peu moins pour le fléchisseur superficiel, un peu plus pour le fléchisseur profond; ce dernier est généralement difficile à retrouver.

Si, dans un cas de ce genre, la main était tenue renversée en flexion dorsale, les doigts en hyperextension, l'écartement des bouts sectionnés correspondrait exactement à nos mesures. Les chiffres des exp. 1-5 montrent, en effet, que l'extension du poignet de 0 à -80° augmente l'étirement des fléchisseurs de 10-19 mm.<sup>1</sup>

Considérons maintenant l'étirement des fléchisseurs *en rapport* avec la longueur des faisceaux charnus. J'ai indiqué (p. 326), la *longueur naturelle*<sup>2</sup> des divers faisceaux des fléchisseurs superficiel et profond chez le sujet C.

	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond
Faisceau de l'index. . . .	26 cm.	19 cm.
» du médius . . . .	21	23
» de l'annulaire . . .	19	18
» du petit doigt . . .	21	18

La mesure de l'étirement des fléchisseurs correspondant à l'extension complète des doigts et du poignet, est pour le même sujet (moy. des exp. 62-64):

Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
sup.	prof.	sup.	prof.	sup.	prof.	sup.	prof.
70	73	72	73	69	71	65	73

<sup>1</sup> On suppose que le blessé est narcotisé et que les muscles ne se contractent pas au cours de l'opération.

<sup>2</sup> J'appelle *naturelle* (d'après le prof. Bugnion) la longueur du muscle vivant non contracté et non étiré. Voy. « Archives des Sc. phys. et nat. », Genève, XXXIV. Nov. 1898.

Il faut, pour rendre les résultats comparables entre eux, rapporter à un nombre constant (100) la longueur du ventre charnu ; on peut alors indiquer l'étirement en *pour cent* de la longueur des faisceaux.

J'obtiens ainsi pour le faisceau de l'index :

$$260 : 100 = 70 : x \quad \text{ou} \quad \frac{70 \times 100}{260} = 26,9$$

et en opérant de même pour les autres :

	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond
Faisceau de l'index . . .	26,9 %	38,4 %
» du médius . . .	34,3	31,7
» de l'annulaire . . .	36,3	39,4
» du petit doigt ,	30,9	40,5
Moyennes . . .	<hr/> 32,1 %	<hr/> 37,5 %

On voit que l'étirement correspond à peu près au tiers (33,3%) de la longueur des faisceaux. Cela veut dire, en renversant l'expérience, que les fléchisseurs devraient se raccourcir d'un tiers de leur longueur pour effectuer la flexion complète des doigts et du poignet.

Un raccourcissement aussi considérable ne se produit que dans des circonstances exceptionnelles. Il suffit pour les mouvements habituels d'une contraction correspondant à  $\frac{1}{4}$  ou  $\frac{1}{5}$  de la longueur du corps charnu. Toutefois, le raccourcissement maximum indiqué ci-dessus peut se produire dans certaines conditions chez des sujets exercés, violonistes, etc. et les gaines tendineuses sont disposées de façon à permettre le glissement correspondant (65 à 73 mm. suivant les faisceaux).

Remarquons enfin que les fléchisseurs agissant comme antagonistes ne gênent pas les mouvements d'extension. En effet, ces muscles étant plus longs que les extenseurs peuvent s'étirer dans une plus forte proportion que ces derniers et leurs tendons glissent si librement dans leurs gaines qu'ils n'opposent aucune résistance à l'extension. Les mouvements d'extension des doigts et du poignet sont donc limités par les ligaments et par la disposition des surfaces articulaires plutôt que par la tension des fléchisseurs. Nous verrons tout à l'heure qu'il en est autrement dans la flexion, puisque là, au contraire, ce sont les extenseurs

qui interviennent pour limiter le mouvement. Toutefois les fléchisseurs agissent constamment comme antagonistes :

1° Pour modérer les mouvements d'extension, afin que ces derniers s'effectuent avec plus de régularité ;

2° Pour empêcher l'extension des doigts (ou d'une phalange isolée), si nous voulons agir sur le poignet seulement au moyen de l'extenseur.

L'action des fléchisseurs combinée avec celle des interosseux et des lombricaux contribue dans une large mesure à la précision des mouvements d'extension.

#### *Action de l'extenseur commun.*

Un premier fait qui se dégage des mesures indiquées est que, pour une même amplitude des mouvements, le glissement des tendons fléchisseurs est plus étendu que celui des extenseurs. Examinons d'abord les chiffres relatifs aux mouvements des doigts.

Le tableau suivant donne le raccourcissement des fléchisseurs correspondant à la flexion des phalanges de l'index, en même temps que l'étirement des extenseurs, chez le sujet D. (Exp. 86-88).

	Fléch. sup.	Fléch. prof.	Ext. com.	Ext. pr.
Flexion de la 3 <sup>e</sup> phalange .	0	6,4	3,8	3,5
»    »   2 <sup>e</sup> » .	14,3	14	7	7,1
»    »   1 <sup>re</sup> » .	19,9	18,8	12,2	12
	<b>34,2</b>	<b>39,2</b>	<b>23</b>	<b>22,6</b>

On voit que pour l'ensemble des mouvements des phalanges, le raccourcissement des fléchisseurs dépasse d'un bon tiers l'étirement des extenseurs. Un peu moins sensible, lorsqu'on mesure isolément l'étirement correspondant à la flexion de la première phalange, la différence en question s'accroît au contraire si l'on considère à part les mouvements de la seconde et de la troisième. Ici le déplacement des fléchisseurs équivaut assez exactement au double de celui des extenseurs.

Les mesures prises sur les autres doigts donnent lieu à des déductions analogues.

Ces résultats concordent avec ceux qui ont été publiés par le D<sup>r</sup> Em. Weber (VI, p. 9) : « Sehr auffällig ist auch das Missverhältniss zwischen der Stärke der Flexoren und Extensoren. Es verkürzen sich die Extensoren der Finger bei gleichem Bewegungsumfange ungefähr um ein Drittheil weniger als die

*flexores sublimes*, dazu kommt dann noch der Antagonismus der *flexores profundi*, so dass das Uebergewicht der Beugemuskeln ein sehr bedeutendes wird. »

Je reviendrai tout à l'heure sur la cause de ces différences et essaierai d'en donner l'explication.

Voyons maintenant quel est le rôle de l'extenseur commun, d'abord comme extenseur des doigts et du poignet, ensuite comme antagoniste des fléchisseurs.

Si l'on cherche à se rendre compte de l'action de l'extenseur commun en tirant sur ses tendons préalablement sectionnés, on constate que ce muscle agit essentiellement sur la première phalange et sur le poignet, tandis que son action sur les deuxième et troisième phalanges est relativement très faible.

Une traction quelconque exercée sur l'un des quatre tendons, étend d'abord la première phalange (si celle-ci était fléchie); une traction plus forte la redresse complètement; on voit ensuite le poignet se porter en flexion dorsale et c'est plus tard seulement, si l'on tire vigoureusement sur le tendon, que la deuxième et la troisième phalanges s'étendent à leur tour.

Le doigt se redresse à peu près entièrement quand les tissus sont bien frais, mais l'extension des deux dernières phalanges s'effectue avec peu d'énergie, tandis que la première phalange et la main elle-même se redressent aussi complètement que possible.

Ces faits ont déjà été démontrés par Duchenne (I, p. 779) au moyen de l'électrisation localisée appliquée sur le vivant. Cet habile physiologiste a prouvé que la faradisation de l'extenseur commun étend fortement la première phalange, mais que ce muscle a peu d'action sur les deux dernières et que nous serions incapables de redresser entièrement les doigts, sans le secours des interosseux et des lombricaux. La main en griffe que l'on observe dans la paralysie des interosseux résulte précisément de l'impuissance de l'extenseur à redresser complètement les doigts et à contrebalancer à lui seul l'action prédominante des fléchisseurs.

Les expériences pratiquées au moyen de la méthode d'E. Fick, confirment les résultats de Duchenne. Des cordons ayant été fixés aux tendons de l'extenseur, les doigts étant en extension la main en flexion dorsale, on constate (Exp. 8 et 9) que la flexion de la troisième phalange n'exerce aucune traction sur l'extenseur et que la flexion de la deuxième produit un étirement

de 1 à 4 mm. au plus, tandis que la flexion de la première phalange produit un étirement de 10 à 17 mm. et la flexion du poignet de — 80 à 90°, un étirement de 32 à 43.

L'étirement total résultant de la flexion des doigts et du poignet = 45 à 58 suivant les faisceaux.

Le fait que la flexion de la troisième phalange n'occasionne aucun étirement s'explique en partie par la brièveté du bras de levier de ce petit ginglyme. Il en est de même pour la deuxième phalange dont la flexion ne produit encore qu'une traction insignifiante sur le tendon de l'extenseur. Les phalanges étant aplaties, le tendon agit à peu près dans le plan de l'axe de flexion et ne peut avoir qu'une action très faible. Il en est tout autrement pour l'articulation métacarpo-phalangienne. Ici la tête du métacarpien se renfle fortement et soulève le tendon qui acquiert ainsi une direction beaucoup plus favorable.

Toutefois l'action spéciale de l'extenseur commun s'explique mieux encore par la disposition de son tendon aux points d'insertion. Le tendon se soude en effet assez intimement avec la face dorsale de la première phalange au moment où il s'étale pour former le surtout ligamenteux ; ayant dès lors perdu sa liberté il est clair que ses prolongements ne peuvent guère avoir d'action sur la deuxième et la troisième.

En revanche les bords du surtout ligamenteux qui reçoivent les insertions des interosseux et des lombricaux ne se soudent pas à la face dorsale de la première phalange ; ils conservent leur indépendance ; or comme ce sont surtout ces fibres latérales qui se prolongent vers le bout du doigt, en longeant la face dorsale des dernières phalanges, on comprend pourquoi ces petits muscles jouent un rôle prépondérant dans l'extension de celles-ci.

On voit d'après ce qui précède qu'il n'est pas exact de dire avec quelques-uns de nos manuels : « L'extenseur commun étend successivement la troisième phalange sur la deuxième, la deuxième sur la première, celle-ci sur le métacarpe, la main sur l'avant-bras et l'avant-bras sur le bras ».

Le muscle qui nous occupe étend la première phalange et redresse le poignet en flexion dorsale, mais il n'a sur les deux dernières qu'une action très faible et est incapable de les étendre entièrement sans le concours des interosseux et des lombricaux <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Sur le cadavre on parvient à redresser entièrement les doigts en tirant fortement sur les tendons de l'extenseur, mais une action aussi énergique ne semble guère se produire chez le vivant.

En tous cas le mouvement ne commence pas par l'extension des phalanges terminales.

Pour ce qui concerne l'action de l'extenseur sur l'articulation du coude, la dernière partie du passage cité est également fautive. Ce muscle, s'insérant au niveau de l'axe de flexion à l'épicondyle, en dessous de cet axe à l'aponévrose et aux cloisons intermusculaires, ne peut avoir sur l'extension de l'avant-bras qu'une action insignifiante.

L'extenseur commun agit encore comme antagoniste des fléchisseurs; il modère constamment l'action de ces derniers.

Semblable à un ruban élastique tendu sur la face dorsale des doigts et de la main, il s'oppose au relâchement des articulations et maintient à chaque instant les phalanges et le poignet dans la position précise qui correspond au degré de contraction des fléchisseurs. L'extenseur commun concourt donc d'une manière efficace à la précision des mouvements; il intervient en outre pour retenir les doigts en extension, lorsque nous voulons agir sur le poignet seulement au moyen des fléchisseurs communs. Enfin il limite la flexion, car c'est bien la résistance qu'il oppose qui nous empêche de fléchir entièrement le poignet, lorsque les doigts sont pliés en crochet.

Les chiffres de mes tableaux montrent dans quelle proportion les 4 faisceaux de l'extenseur s'étirent au cours du mouvement de flexion.

Pour la troisième phalange l'étirement de l'extenseur = 0 dans les expériences pratiquées sur les sujets A, B, C et 1,9 à 3,8 mm. dans les expériences pratiquées sur le sujet D. Son action étant nulle ou à peu près, ce sont les interosseux et les lombricaux qui agissent vraisemblablement comme principaux antagonistes du mouvement de flexion. Pour la seconde phalange, l'étirement est très faible, 3 à 4 mm. en moyenne. Ce sont encore les interosseux et les lombricaux qui agissent comme principaux antagonistes. En revanche, chez le sujet A (Exp. 8 et 9) l'étirement atteint 10 à 16,5 mm. en moyenne pour la flexion de la première phalange, 17,5 à 20 mm. pour la flexion du poignet de  $-80$  à  $0^\circ$ , 9,5 à 13,5 mm. pour la flexion de  $0$  à  $20^\circ$  et 5,5 à 8 mm. pour la flexion de  $20$  à  $90^\circ$ . On voit en faisant l'addition que les faisceaux de l'index et du médus devraient s'étirer de 58 mm., le faisceau de l'annulaire de 56,5 mm. et enfin le faisceau du petit doigt de 45 mm., pour permettre la flexion complète.

Si au lieu du sujet A nous prenons le sujet D (Exp. 86 à 89),

chez lequel chaque mouvement de 20° a fait l'objet d'une mesure particulière, nous trouvons l'étirement de l'extenseur (faisceau de l'index) indiqué par les chiffres suivants :

Flex. de la 1 <sup>e</sup> phalange . . . . .	12.2
» 2 <sup>e</sup> » . . . . .	7
» 3 <sup>e</sup> » . . . . .	3.8
» du poignet de — 90 à 0 . . . . .	20.1
» » de 0 à 20° . . . . .	5.7
» » de 20 à 90° . . . . .	21.2
	70

En additionnant ces nombres et en faisant de même pour les autres doigts, on trouve que le faisceau de l'index devrait s'étirer de 70 mm., le faisceau du médus de 70,4 et le faisceau du petit doigt de 54,1, pour permettre la flexion complète des doigts et du poignet.

Un étirement aussi considérable ne se produit guère en réalité; je n'ai obtenu les chiffres indiqués dans mes expériences que parce que l'extenseur préalablement coupé n'opposait plus de résistance au mouvement de flexion. Si l'on veut rester dans les limites naturelles, il faut, après avoir complètement replié les phalanges, arrêter la flexion du poignet à 20° ou 25° et mesurer à ce moment l'étirement subi par l'extenseur. Cette mesure se déduit facilement de nos tableaux; il suffit de retrancher du résultat total les chiffres indiquant l'étirement de l'extenseur dans la flexion du poignet de 20° à 90°.

Ce sont : pour l'index . . . . .	21,2 à déduire de 70	= 48,8
» le médus . . . . .	20,7	» 70,4 = 49,7
» le petit doigt . . . . .	17,1	» 54,1 = 37

On voit que la flexion des doigts et la flexion incomplète du poignet (la seule qui puisse être exécutée par le vivant quand les doigts sont repliés), correspondent à un étirement des faisceaux de l'extenseur compris entre 49,7 et 37 mm.

L'étirement correspondant à la flexion forcée (de 20 à 90°) étant de 21,2 mm. pour l'index, de 20,7 mm. pour le médus et de 17,1 mm. pour le petit doigt, c'est précisément de ces quantités que l'extenseur devrait se laisser étirer (sans douleur) pour n'opposer aucune résistance au mouvement de flexion. Au reste, l'angle de 20° à 25° que j'ai indiqué comme marquant la limite de la flexion du poignet (les doigts repliés) est un chiffre moyen

sujet à de nombreuses variations individuelles. Pour certaines personnes il est déjà très fort. Les artisans aux mains calleuses, aux jointures massives, ne peuvent, le plus souvent, pas même replier complètement les phalanges les unes en dessous des autres. Des sujets exercés, des personnes douées d'articulations déliées, peuvent, en revanche, non seulement plier entièrement les doigts, mais fléchir en même temps le poignet jusqu'à 80 ou 90°.

Cela prouve que l'extensibilité de l'extenseur peut être augmentée par l'exercice et c'est bien ce qu'on devait attendre puisque, déjà dans les circonstances ordinaires, il suffirait d'un étirement supplémentaire de 17 à 21 mm. pour permettre la flexion complète.

*Action de l'extenseur propre de l'index.*

Les chiffres indiquant l'étirement de ce muscle sont à peu près identiques à ceux qui se rapportent à l'extenseur commun (faisceau de l'index). J'en conclus que l'extenseur propre se comporte de même. D'après Duchenne (III, p. 278), l'extenseur propre a cependant une action spéciale; il est faiblement adducteur (tire l'index du côté du médius) tandis que l'extenseur commun incline le même doigt du côté du pouce.

**Action des muscles spéciaux du poignet.**

Les articulations radio-carpienne et médio-carpienne agissant toujours ensemble et étant très rapprochées l'une de l'autre, nous pouvons les considérer au point de vue de l'action des muscles comme une articulation unique offrant deux genres de mouvements: 1° le mouvement de flexion et d'extension; 2° le mouvement de latéralité (adduction et abduction).

§ 1. **Mouvements de flexion et d'extension.**

Les tableaux suivants indiquent l'étirement des *fléchisseurs* correspondant à l'extension du poignet ou le raccourcissement correspondant à la flexion. On part de la flexion palmaire forcée (90°):

*Sujet A* (Exp. 1-5, 16-21).

	Fléch. sup. (f. de l'index)	Fléch. prof.	Grand palmaire	Cubital antér.
Ext. de 90 à 0° .	25,4	25	24,3	26
» 0 à — 80°)	19,2	16,2	14,3	12,3
Amplit. tot. (170°)	44,6	41,2	38,6	38,3

*Sujet B* (Exp. 31-35, 47-52).

	Fléch. sup. (f. de l'index)	Fléch. prof.	Grand palmaire	Cubital antér.
Ext. de 90 à 0° .	22,8	21,6	22,6	25,3
» 0 à —80°.	21,4	20	13,6	15,3
Amplit. tot. (170°)	<b>44,2</b>	<b>41,6</b>	<b>36,2</b>	<b>40,6</b>

*Sujet C* (Exp. 62-64, 71-76).

Ext. de 90 à 0° .	24 $\frac{2}{3}$	20 $\frac{2}{3}$	25	26,4
» 0 à —80°.	20 $\frac{1}{3}$	18 $\frac{1}{3}$	13	13
Amplit. tot. (170°)	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>39,4</b>

*Sujet D* (Exp. 89-90).

Flex. de —90 à 0°	19,6	19,8	16,1	14,9
» 0 à 90° .	26,2	26,3	24,3	22,8
Amplit. tot. (180°)	<b>45,8</b>	<b>46,1</b>	<b>40,4</b>	<b>37,7</b>
<i>Moy. des 4 séries :</i>	45	42	38	39

Les tableaux suivants indiquent l'étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion du poignet ou le raccourcissement correspondant à l'extension.

On part de l'extension forcée (—80 ou —90°):

*Sujet A* (Exp. 8-9, 12-13, 22-30).

	Ext. com. (f. de l'index).	Ext. pr.	1 <sup>er</sup> rad.	2 <sup>d</sup> rad.	Cub. post.
Flex. de —80 à 0°	20	20,5	13	14 $\frac{1}{3}$	14 $\frac{2}{3}$
» 0 à 90° .	18	17	21	29 $\frac{1}{3}$	8
Amplit. tot. (170°)	<b>38</b>	<b>37,5</b>	<b>34</b>	<b>43<math>\frac{2}{3}</math></b>	<b>22<math>\frac{2}{3}</math></b>

*Sujet B* (Exp. 38-40, 43-44, 53-61).

Flex. de —80 à 0°	19 $\frac{2}{3}$	19,5	13 $\frac{1}{3}$	14 $\frac{1}{3}$	9 $\frac{2}{3}$
» 0 à 90° .	18	14	21	27 $\frac{2}{3}$	11 $\frac{1}{3}$
Amplit. tot. (170°)	<b>37<math>\frac{2}{3}</math></b>	<b>33,5</b>	<b>34<math>\frac{1}{3}</math></b>	<b>42</b>	<b>21</b>

*Sujet C* (Exp. 67-70, 77-85).

Flex. de —80 à 0°	20	18,5	13 $\frac{1}{3}$	14 $\frac{1}{3}$	9
» 0 à 90° .	18,5	14,5	22	26 $\frac{2}{3}$	13 $\frac{1}{3}$
Amplit. tot. (170°)	<b>38,5</b>	<b>33</b>	<b>35<math>\frac{1}{3}</math></b>	<b>41</b>	<b>22<math>\frac{1}{3}</math></b>

*Sujet D* (Exp. 89-90).

Flex. de — 90 à 0°	25,8	25,8	16,5	16,8	8,8
» 0 à 90° .	21,2	21,3	16,3	16,9	10,6
Amplit. tot. (180°)	<b>47</b>	<b>47,1</b>	<b>32,8</b>	<b>33,7</b>	<b>19,4</b>
<i>Moy. des 4 séries :</i>	40,3	37,8	34,1	40,1	21,3

Il ressort de ces tableaux que l'étirement des extenseurs correspondant à l'excursion complète du poignet est à peu près équivalent à celui des fléchisseurs. Les fléchisseurs se raccourcissent de 38 à 45 mm. pour effectuer la flexion complète, les extenseurs de 34 à 40 mm. pour effectuer l'extension. Le cubital postérieur plus spécialement destiné à exécuter le mouvement d'adduction, fait seule exception avec son étirement de 21 mm.

On voit, de plus, que les muscles du poignet se placent dans l'ordre suivant au point de vue de leur action, les premiers étant insérés d'une manière plus favorable :

<i>Fléchisseurs :</i>	Racc. total	<i>Extenseurs :</i>	Racc. total
Fléch. com. sup. .	45 mm.	Extenseur commun.	40 mm.
Fléch. com. prof. .	42	Second radial. . .	40
Cubital antérieur .	39	Ext. propre . . .	38
Grand palmaire . .	38	Premier radial . .	34
		Cubital postérieur .	21

Ces chiffres sont indépendants du volume ou de la force absolue des muscles. Pour se faire une idée complète de la puissance comparée de ces organes, il faudrait tenir compte à la fois du volume du ventre charnu et du raccourcissement correspondant au mode d'insertion. Nous verrons plus loin que le raccourcissement correspond à la longueur du bras de levier dans les différentes positions.

## § 2. Mouvements de latéralité.

L'inclinaison radiale (abduction), est beaucoup moins étendue que l'inclinaison cubitale (adduction). Partant de 0°, position dans laquelle le médus se trouve dans le prolongement de l'axe de l'avant-bras, je compte 15° pour l'abduction et 30 à 35° pour l'adduction (total 45 à 50°).

Il faut remarquer toutefois que l'amplitude des mouvements de latéralité diminue dans les positions extrêmes (flexion dorsale et flexion palmaire forcées). Ce fait, bien étudié par Henke

(II, p. 160), s'explique par la combinaison des mouvements dans les deux articulations du poignet. Ainsi, l'inclinaison radiale résultant d'une flexion de l'articulation radio-carpienne combinée avec une extension de l'articulation médio-carpienne, et inversement l'inclinaison cubitale résultant d'une extension de l'articulation radio-carpienne combinée avec une flexion de l'articulation médio-carpienne, il est clair que l'amplitude de l'inclinaison doit diminuer lorsque les deux articulations agissent dans le même sens, c'est-à-dire lorsqu'elles se fléchissent ou lorsqu'elles s'étendent toutes deux à la fois. Au surplus, l'inclinaison cubitale résultant plus spécialement de la flexion de la deuxième rangée, on voit l'amplitude de ce mouvement diminuer beaucoup plus si la main se porte en flexion dorsale (extension des deux rangées), que si elle se porte en flexion palmaire (flexion des deux rangées). L'inclinaison radiale, déjà peu étendue lorsque la main est à 0°, devient à peu près nulle dans les deux positions extrêmes.

Pour ce qui est des muscles, nous ne pouvons plus opposer comme ci-dessus les fléchisseurs aux extenseurs. Combinant leur action d'une manière nouvelle, les fléchisseurs agissent synergiquement avec les extenseurs situés du même côté. Les muscles qui s'associent de telle façon sont :

1° Pour effectuer l'inclinaison cubitale, le cubital antérieur avec le cubital postérieur ;

2° Pour exécuter l'inclinaison radiale, les deux radiaux, avec les muscles longs du pouce et le grand palmaire.

Le grand palmaire, faiblement abducteur, sert principalement à neutraliser le mouvement d'extension résultant de la contraction des deux radiaux.

Les mesures relatives aux mouvements de latéralité ont été prises sur le sujet E.

La main est placée à plat. J'appelle position 0° celle dans laquelle le troisième métacarpien se trouve en droite ligne dans le prolongement de l'axe de l'avant-bras.

#### *Muscles de l'inclinaison cubitale.*

*Cubital antérieur.* Étirement observé en passant :

De l'inclinaison cubitale à la position 0° . . . . .	14 mm.
De la position 0° à l'inclinaison radiale. . . . .	0 »
	Total. . . 14 mm.

Le même muscle s'étire de 26 mm. lorsqu'on passe de la

flexion palmaire à la flexion dorsale (de 12 mm., si l'on exécute en même temps l'inclinaison cubitale). Le cubital antérieur est donc adducteur et énergique fléchisseur du carpe.

*NB.* Son action adductrice est niée par Duchenne.

*Cubital postérieur.* Etirement observé en passant :

De l'inclinaison cubitale à la position 0° . . . . .	12 mm.
De 0° à l'inclinaison radiale . . . . .	8 »
	Total. . . . . 20 mm.

Le même muscle s'étire de 13 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire (5 mm. seulement, si l'on exécute en même temps l'inclinaison cubitale.) Le cubital postérieur est donc un adducteur plus énergique que le cubital antérieur, mais un faible extenseur (incapable à lui seul de relever la main au-dessus de la position horizontale).

*Muscles de l'inclinaison radiale.*

*Premier radial.* Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0°. . . . .	13 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale . . . . .	23 »
	Total. . . . . 36 mm.

Le même muscle s'étire de 18 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire (de 22 mm. si l'on ajoute l'inclinaison cubitale à la flexion).

Le premier radial est donc extenseur et surtout abducteur énergique. Son insertion sur le sujet E se trouvait à environ 28 mm. en dehors du centre approximatif autour duquel s'exécutent les mouvements de latéralité.

*Second radial.* Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0°. . . . .	9 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale . . . . .	5 »
	Total. . . . . 14 mm.

Le même muscle s'étire de 25 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire (de 29 mm. si l'on ajoute l'inclinaison cubitale à la flexion). Il est donc extenseur énergique et faiblement abducteur. L'action abductrice du second radial s'explique cependant, car il est inséré (sujet E) à 18 mm. en dehors du centre autour duquel s'exécutent les mouvements de latéralité.

*NB.* D'après Duchenne, le second radial n'est pas abducteur; son action se bornerait à l'extension directe du poignet.

*Grand palmaire.* Etirement obtenu en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0° . . . . .	2 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale . . . . .	1 »
	Total. . . . . 3 mm.

Le même muscle s'étire de 27 mm. en passant de la flexion palmaire à la flexion dorsale.

Fléchisseur énergique, le grand palmaire est à peine abducteur du poignet. Il agit cependant dans l'inclinaison radiale en contrebalçant, comme *fléchisseur*, les muscles abducteurs qui (à l'exception du long abducteur du pouce) sont tous extenseurs du poignet.

*Long abducteur du pouce.* Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0° . . . . .	9 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale . . . . .	12 »
	Total. . . . . 21 mm.

Le long abducteur est donc (outre son action sur le premier métacarpien) un abducteur du poignet assez énergique. Le même muscle se raccourcit de 7 mm. pour exécuter l'écartement maximum du premier métacarpien, et s'étire, en revanche, de 5 mm. lorsqu'on passe de la flexion palmaire à la flexion dorsale du poignet. Ce dernier résultat, concordant avec les expériences de Duchenne, prouve que le long abducteur est (outre son action abductrice), faiblement fléchisseur du carpe.

*Long extenseur du pouce.* Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0° . . . . .	5 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale . . . . .	9 »
	Total. . . . . 14 mm.

Le même muscle s'étire de 25 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire et de 29 mm. si l'on ajoute à la flexion l'inclinaison cubitale de la main. Essentiellement destiné à l'extension du pouce, le long extenseur est en outre extenseur et abducteur du poignet.

*Extenseur propre de l'index.* Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0° . . . . .	3 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale . . . . .	4 »
	Total. . . . . 7 mm.

Le même muscle s'étire de 28 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire, de 30 mm. si l'on ajoute l'inclinaison cubitale à la flexion de la main.

L'extenseur propre est donc, outre son action sur l'index, extenseur et faiblement abducteur du poignet. Duchenne dit que ce muscle est en outre adducteur de l'index (qu'il le rapproche du médius). Je n'ai pas pu, au moyen du procédé de Fick, constater d'étirement correspondant à cette action.

En résumé, les muscles de l'inclinaison latérale doivent se ranger dans l'ordre suivant, par rapport à leur action, les premiers étant insérés plus favorablement (disposant d'un bras de levier plus long).

<i>Adducteurs.</i>	Racc. total.	Long abducteur . . .	21 »
Cubital postérieur . . .	20 mm.	Second radial . . .	14 »
Cubital antérieur . . .	14 »	Long extenseur . . .	14 »
<i>Abducteurs.</i>		Extenseur propre . . .	7 »
Premier radial . . .	36 mm.	Grand palmaire . . .	3 »

### Etude des surfaces articulaires en rapport avec l'étirement et le raccourcissement des muscles.

Il ressort des expériences faites au moyen de l'appareil de Fick que le déplacement des tendons fléchisseurs est constamment plus étendu que celui des tendons extenseurs.

Ce fait se vérifie soit dans les mouvements des articulations interphalangiennes, soit dans les mouvements des articulations métacarpo-phalangiennes. Dans les mouvements du carpe, au contraire, l'étirement des extenseurs est à peu près le même que celui des fléchisseurs.

Il faut, pour expliquer ces différences, examiner de plus près les surfaces articulaires et déterminer exactement la position de leurs axes.

On voit, en se livrant à cette étude, que les différences observées proviennent de la disposition des muscles relativement aux axes de rotation; elles résultent pour chaque phase du mouvement de la longueur du bras de levier correspondant au muscle que l'on considère.

Prenons d'abord deux cas imaginaires :

1° Voici une articulation à surface sphérique (Fig. 1) avec un axe unique *c* et deux muscles *E* et *F* insérés sur l'os mobile en *a* et *b* à égale distance de *c*, à proximité immédiate de la surface articulaire. Il est clair que pour chaque déplacement de l'os mobile, le raccourcissement de l'un des muscles équivaut à l'éti-

rement de l'autre, et inversement. Ainsi, si l'on effectue un mouvement de flexion de  $60^\circ$ , le muscle E s'étire de la longueur  $a a'$  et le muscle F se raccourcit de la longueur  $b b'$ , égale elle-même à  $a a'$ .

2° Dans le 2<sup>e</sup> cas (Fig. 2) où le muscle F est inséré sur une apophyse  $b$  plus éloignée de l'axe  $c$ , on voit que l'étirement de E ne correspond plus au raccourcissement de F et inversement. Le muscle F, qui se trouve du côté où s'effectue le mouvement, se raccourcit davantage que l'autre E ne s'étire; la différence serait encore plus marquée, si le tendon de E n'était forcé de se réfléchir sur le bord de l'os.

Pour une flexion de  $60^\circ$ , avec les dimensions de notre figure, le raccourcissement de F = 14 mm., l'étirement de E, qui serait de 3 mm. en ligne directe, est en réalité de 10 mm. à cause de la réflexion de la ligne de traction. Différence: 4 mm. en faveur de F. On voit de plus que le bras de levier de E demeure invariable, tandis que celui de F, long de 11 mm. au début du mouvement, grandit au cours de la flexion et mesure 15 mm. au moment où l'angle de flexion =  $60^\circ$ .

Ces différences seraient encore plus accentuées si le muscle F était inséré sur une apophyse plus élevée et plus éloignée de l'axe.

Examinons maintenant une articulation métacarpo-phalangienne véritable.

Voici (Fig. 3) la coupe de l'index de notre sujet D dessinée de grandeur naturelle avec le métacarpien correspondant.

La tête du métacarpien offre une surface articulaire à peu près sphérique dans le sens antéro-postérieur, un peu plus fortement courbée cependant du côté palmaire. Cette surface comprend un segment de  $180^\circ$  avec un rayon de courbure de  $8 \frac{1}{2}$  millimètres environ. Partant de la position 0, c'est-à-dire de la position dans laquelle l'axe de la phalange se trouve dans le prolongement de l'axe du métacarpien, on compte  $120^\circ$  du côté palmaire et  $-60^\circ$  du côté dorsal (total  $180^\circ$ ).

La surface concave de la phalange répond assez exactement à la surface convexe du métacarpien et comprend un arc de  $30^\circ$  du côté dorsal et  $30^\circ$  du côté palmaire (total  $60^\circ$ ).

La surface convexe déborde donc la surface concave de  $30^\circ$  du côté dorsal, ce qui correspond à une flexion dorsale de même amplitude jusqu'à ce que les bords des cartilages arrivent au contact; toutefois, la flexion dorsale de  $-30^\circ$  étant déjà un

mouvement forcé, chez la plupart des individus, à cause de la résistance des ligaments et des muscles fléchisseurs, j'ai fait mes expériences à partir de  $-20^\circ$  (les degrés comptés du côté dorsal sont désignés par le signe  $-$ ).

Du côté palmaire, la surface convexe déborde la surface concave de  $90^\circ$ , ce qui permet une flexion palmaire de même étendue; le dernier segment de  $20^\circ$  environ n'est plus revêtu de cartilage, de sorte que dans la flexion extrême la surface cartilagineuse de la phalange déborde celle du métacarpien. La flexion au delà de  $90^\circ$  est rendue impossible par la tension des ligaments latéraux, par la résistance des extenseurs et sans doute aussi par le fait du ligament glénoïdien qui serait comprimé au-dessous du métacarpien si le mouvement était poussé plus loin <sup>1</sup>. J'admets donc pour le mouvement de flexion et d'extension dans l'articulation métacarpo-phalangienne une amplitude totale de  $110^\circ$ .

Étudions comment se comportent les muscles aux diverses phases du mouvement et voyons si l'on peut tirer de cette étude quelques déductions relatives à l'étirement et au raccourcissement de leurs tendons.

Un arc de cercle de  $110^\circ$  étant tracé sur la figure 3, un calque de la phalange ayant été dessiné sur un morceau de papier transparent, on peut représenter très exactement le mouvement de flexion et d'extension en plaçant le calque sur la figure principale et en le faisant tourner autour d'une épingle fixée sur le point *c*. L'épingle répond à l'axe de rotation. Le tendon de l'extenseur est attaché au point *a* (il adhère à la face dorsale de la phalange par l'intermédiaire du surtout ligamenteux), tandis que le tendon du fléchisseur est supposé agir sur le point *b*. Les lettres *r r'* représentent les points de réflexion.

Les deux points *a* et *b* étant également figurés sur le calque, il est facile de mesurer de quelle façon ces points se déplacent relativement à un repère quelconque E pour l'extenseur, F pour le fléchisseur.

Ainsi, faisant tourner le calque dans le sens de la flexion, on constate une augmentation de la distance *Era* correspon-

<sup>1</sup> Pour ce qui est de l'épaisseur des cartilages articulaires, j'ai observé sur mes coupes que le revêtement cartilagineux du métacarpien, assez mince du côté dorsal ( $1/2$  mm.), augmente du côté palmaire et atteint au  $40$  ou  $45^\circ$  un millimètre d'épaisseur. Du côté de la phalange, le cartilage offre une épaisseur assez uniforme de  $0,8$  mm. environ.

dant à l'étirement de l'extenseur et une diminution de la distance  $F r' b$  correspondant au raccourcissement du fléchisseur.

Des mesures exactes prises au moyen du compas sur la fig. 3, en tenant compte des points de réflexion, ont donné les chiffres suivants :

Flexion de la 1 <sup>re</sup> phalange.	Etirement de l'extenseur.	Raccourcissement du fléchisseur.
— 20 à 0°	2 $\frac{1}{2}$	4
0 à 20	3 $\frac{1}{2}$	4
20 à 40	3	4
40 à 60	2	4
60 à 80	2	3 $\frac{1}{2}$
80 à 90	1	1 $\frac{1}{2}$
	14 mm.	21 mm.

On voit que le raccourcissement total du fléchisseur est d'un tiers plus fort que l'étirement de l'extenseur.

L'articulation de la deuxième phalange est un ginglyme ; la gorge directrice se trouve du côté de la première phalange et la crête correspondante du côté de la deuxième ; notre coupe (Fig. 3) passe par la gorge de la poulie. La surface articulaire de la première phalange est régulièrement arrondie, un peu plus courbée toutefois du côté palmaire que du côté dorsal. Elle comprend un arc de 170° avec un rayon de courbure de 4  $\frac{1}{2}$  mm.

On compte 30° du côté dorsal et 140° du côté palmaire. La surface concave de la deuxième phalange comprend un arc de 30° du côté dorsal et 25° du côté palmaire ; total 55°. La surface convexe débordé la surface concave de 110° du côté palmaire, ce qui permet une flexion palmaire de même amplitude, plus étendue que dans l'articulation métacarpo-phalangienne. Le dernier segment de 35° environ n'est plus revêtu de cartilage ; la surface cartilagineuse de la deuxième phalange débordé donc celle de la première phalange vers la fin du mouvement. Il y a en dessous de la tête articulaire de la première phalange une excavation destinée à recevoir le bord de la deuxième phalange dans la flexion forcée. Il n'y a pas de flexion dorsale. Au lieu de 110, j'ai compté la flexion de la deuxième phalange jusqu'à 90° seulement<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Le revêtement cartilagineux de la première phalange, très mince du côté dorsal (0,4 mm), augmente du côté palmaire ; il atteint au 40° ou 45° degré 0,8 mm d'épaisseur. Du côté de la deuxième phalange, le cartilage présente une épaisseur de 0,5 mm environ.

Procédant comme ci-dessus, après avoir tracé un second arc sur la fig. 3, j'ai fait tourner un calque de la deuxième phalange autour d'une épingle fixée sur le centre  $c'$ . Le tendon de l'extenseur était supposé attaché au point  $e$  et celui du fléchisseur au point  $f$ . Les mesures prises au moyen du compas ont donné les chiffres suivants <sup>2</sup> :

Flexion de la 2 <sup>e</sup> phalange	Étirement de l'extenseur.	Raccourcissement du fléchisseur.
0 à 20°	1 ½	2
20 » 40	1 ½	3 ½
40 » 60	2	3
60 » 80	1	3
80 » 90	1	1 ½
	<hr/> 6 ½ mm.	<hr/> 13 mm.

On voit que le raccourcissement du fléchisseur est justement le double de l'étirement de l'extenseur. On remarque de plus que les chiffres s'accordent assez bien avec ceux que j'ai obtenus (Exp. 86-88) au moyen du procédé d'E. Fick, sans toutefois offrir une concordance parfaite. Les divergences proviennent sans doute de ce que les points de réflexion varient au cours du mouvement, il est impossible de les représenter sur le papier d'une manière exacte.

Quant à l'utilité de ces dispositions, on peut admettre, semble-t-il, que la prédominance des fléchisseurs (prédominance qui se manifeste à la fois dans le volume du corps charnu et dans le mode d'insertion) est en rapport avec les usages de la main comme organe de préhension et de suspension. Il est évident en effet que lorsque nous portons un objet pesant suspendu à la main au moyen des doigts repliés en crochet, ce sont les fléchisseurs qui effectuent le plus grand effort. De même lorsque nous nous suspendons nous-mêmes au moyen des mains. On peut dire, relativement aux mouvements des doigts, que les fléchisseurs sont mis plus souvent et plus fortement à contribution que les extenseurs, tandis que pour les mouvements du poignet, les deux ordres de muscles agissent d'une manière à peu près égale.

<sup>2</sup> L'articulation de la troisième phalange étant très semblable à celle de la deuxième, je n'ai pas jugé nécessaire de répéter l'expérience à ce niveau.