

Conseil International pour
l'Exploration de la Mer



C.M. 1974/B : 16

Comité des Engins et du Comportement



Digitalization sponsored
by Thünen-Institut

Seuils de Taxie et de Tétanie des Bars,
des Mulets et des Sardines dans un champ électrique
impulsionnel uniforme

par

N. Diner et R. Le Men *

Depuis plusieurs années, un système de pêche par lumière, champ électrique et pompe, est étudié à l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (I.S.T.P.M.) avec la collaboration financière du Centre National pour l'Exploitation des Océans (C.N.E.X.O.).

La présente communication rend compte d'une partie des études des comportements des poissons marins soumis à un champ électrique impulsionnel : la détermination des seuils de taxie et de tétanie.

Méthode

Les seuils de taxie et de tétanie ont été mesurés en champ électrique uniforme dans une rigole à section constante (0,10 m X 0,10 m) longue de 1,50 m. L'alimentation électrique de ce bac était assurée par un générateur impulsionnel, délivrant son énergie sous la forme de signaux rectangulaires, dont on pouvait faire varier la fréquence de 10 à 200 Hz et la durée de 0,1 à 10 ms. La tension-crête des signaux était réglable par plots ou continûment de 0 à 110 v.

.../...

* N. Diner et R. Le Men
I.S.T.P.M.
La Noë - Route de la Jonelière
B. P. 1049
44037 Nantes Cédex - (France)

Les expériences n'ont été effectuées que sur des poissons bien adaptés à la vie en aquarium. Afin d'éliminer le facteur taille, des lots de poissons de même longueur ont été sélectionnés pour ce travail. Pour chaque espèce, les expériences ont été réalisées à température et salinité pratiquement constantes.

Le seuil de taxie correspond à la valeur minimale du gradient de potentiel capable de déclencher des réactions natatoires coercitives suffisamment soutenues pour obliger le poisson à traverser la rigole. Au contraire, le seuil de tétanie est la valeur minimale du gradient de potentiel capable d'immobiliser le poisson par raideur tétanique à la mise sous tension de la rigole. Ces seuils ont été déterminés en augmentant systématiquement la tension jusqu'à l'obtention de la taxie ou de la tétanie selon les cas étudiés. Pendant les réglages de tension, la rigole était mise hors circuit et le poisson se trouvait alors au repos.

a) Bars - Dicentrarchus labrax (L.)

Les seuils de taxie et de tétanie ont été déterminés pour 5 fréquences : 12,5 - 25 - 50 - 100 - 200 Hz, et pour 5 durées d'impulsions : 0,25 - 0,50 - 1 - 2 - 4 ms. La température et la résistivité de l'eau avaient pour valeurs moyennes 10,7°C et 25,8 Ω .cm. Les bars sélectionnés pour ce travail mesuraient 18 cm (+ 0,5 cm) et 4 poissons différents ont été étudiés pour chaque stimulus. Les résultats moyens obtenus sont représentés sur la figure 1. A 12,5 Hz les réactions sont trop peu marquées pour pouvoir en tenir compte. Si nous excluons la courbe représentant la durée d'impulsion 4 ms, nous constatons que les seuils de taxie décroissent lorsque la durée d'impulsion ou la fréquence augmente. Entre 100 et 200 Hz, les seuils restent relativement constants. Par contre, la courbe 4 ms présente un minimum vers 80 Hz, puis remonte assez fortement jusqu'à 200 Hz.

La mesure des seuils de tétanie s'est révélée délicate, car le phénomène de tétanie a provoqué l'ouverture des ouïes quel que soit le stimulus appliqué. Dans certains cas les opercules sont même restés bloqués en position ouverte après la coupure du courant, ce qui a généralement entraîné la mort du poisson dans l'heure qui suivait. A noter que le bar est le seul poisson sur lequel ce phénomène a été observé. Il peut d'ailleurs être l'objet de ce type de réaction même en l'absence de stimulus électrique.

b) Mulets - Mugil labrosus (RISSO)

Ce travail a été effectué sur un lot de poissons mesurant 20 cm (± 1 cm). La température et la résistivité de l'eau avaient pour valeurs moyennes respectives 10°C et 26,3 Ω .cm. Les seuils ont été mesurés aux fréquences 20 - 30 - 40 - 50 - 75 - 100 - 150 et 200 Hz. Pour chacune de ces fréquences, nous avons étudié les durées d'impulsion 0,5 - 0,75 - 1 - 2 - 3 et 4 ms. Quarante-huit stimuli différents ont donc été testés sur ces poissons et chaque seuil a été déterminé pour 2 individus au moins.

Les courbes des seuils de taxie en fonction de la fréquence présentent un minimum vers 125 Hz, à l'exception de la courbe 4 ms qui, comme pour les bars, passe par un minimum vers 80 Hz (fig. 2). Pour les durées d'impulsion inférieures à 3 ms, les seuils remontent très rapidement aux basses fréquences.

Entre 40 et 200 Hz, les seuils de tétanie varient très peu. Seule, la courbe 4 ms croît légèrement avec la fréquence (fig.2). Par contre, pour les fréquences inférieures à 30 Hz, les seuils de tétanie augmentent très rapidement quelle que soit la durée d'impulsion.

Il faut noter qu'à 20 Hz les taxies diffèrent de celles observées pour les fréquences supérieures à 30 Hz. Dans ce cas, les nages sont peu ondulées. Par ailleurs, le poisson ne semble pas perdre tout à fait le contrôle de sa motricité et il n'est pas certain que ces taxies soient réellement directionnelles, bien que, pour des durées d'impulsion supérieures ou égales à 3 ms, elles deviennent relativement énergiques.

c) Sardines - Sardina pilchardus (WALBAUM)

Les sardines étudiées mesuraient 12 cm ($\pm 0,5$ cm) et correspondaient à un moule de 70 individus par kilogramme. La température et la résistivité de l'eau atteignaient respectivement 20°C et 21,6 Ω .cm. Pour ces poissons, les stimuli aux basses fréquences manquent d'efficacité et à 20 Hz aucun phénomène marqué n'a pu être observé. Nous avons donc travaillé aux fréquences 25 - 30 - 40 - 50 - 100 et 200 Hz pour les durées d'impulsion 1 - 2 - 3 et 4 ms (fig. 3). Il faut

.../...

signaler que , d'une manière générale, ces poissons ont réagi de façon assez médiocre aux stimuli électriques et présenté des taxies peu vigoureuses, sauf aux fréquences les plus élevées, proches de 200 Hz. Pour cette espèce, l'appréciation des seuils de taxie, qui souvent a présenté un certain flou, s'est révélée particulièrement difficile. Les variations des seuils en fonction de la fréquence sont comparables à celles obtenues pour les bars (forte remontée pour les fréquences inférieures à 30 Hz et valeurs pratiquement constantes entre 50 et 200 Hz pour une même durée d'impulsion).

D'autre part, pour des fréquences inférieures à 100 Hz et lorsque le gradient de potentiel appliqué atteignait une valeur égale à environ deux fois celle du seuil de taxie, nous avons observé un changement dans le comportement natatoire des sardines. Brusquement, les poissons entraient littéralement en vibration. Ils continuaient néanmoins à se mouvoir rapidement en direction de l'anode, bien que cette nage "vibrée" soit plus éprouvante qu'une nage classique, telle qu'on peut l'observer à 200 Hz, par exemple.

d) Variation des seuils en fonction de la longueur du poisson.

Ce paramètre est important car la dimension des éléments nerveux d'un poisson est généralement proportionnelle à sa taille. Par conséquent, la longueur d'un individu doit avoir une influence sur la valeur des seuils de réaction.

Les seuils de taxie et de tétanie des mulets dont les tailles variaient de 4,5 à 22 cm ont été relevés pour deux stimuli : 20 Hz - 3 ms et 50 Hz - 2 ms. Les courbes de la figure 4 mettent en évidence la sélectivité de l'attraction électrique. A 50 Hz et 2 ms par exemple, un gradient de 35 V/m est nécessaire pour attirer des mulets de 4,5 cm, tandis que 7 V/m suffisent pour des poissons de 22 cm. Si, dans la zone de pêche, le gradient établi s'élève à 10 V/m, seuls les individus dont la taille dépasse 15,5 cm seront attirés et les mulets de tailles inférieures pourront s'échapper.

Si nous traduisons les résultats obtenus en coordonnées logarithmiques, nous obtenons des droites (fig. 4). Leurs équations ont été calculées par la méthode des régressions linéaires. En exprimant les seuils de taxie s et de tétanie S en V/m et la longueur des poissons

l en cm, nous avons obtenu les résultats suivants :

- à 20 Hz - 3 ms, taxie : $\log s = -1,05 \log l + 2,33$
soit encore : $s = 214 (l)^{-1,05}$
coefficient de corrélation = - 0,99

tétanie : $\log S = -0,84 \log l + 2,93$
soit encore : $S = 851 (l)^{-0,84}$
coefficient de corrélation = - 0,91

- à 50 Hz - 2 ms, taxie : $\log s = -0,99 \log l + 2,19$
soit encore : $s = 155 (l)^{-0,99}$
coefficient de corrélation = - 0,98

tétanie : $\log S = 0,91 \log l + 2,56$
soit encore : $S = 263 (l)^{-0,91}$
coefficient de corrélation = - 0,99.

Un travail aussi complet n'a pas pu être repris sur les sardines car nous n'avons pu disposer d'échantillons dont l'éventail des longueurs soit suffisant. Des mesures ont cependant été effectuées sur des sardines de 12 - 16,5 et 18,5 cm. Les quelques valeurs ainsi obtenues semblent confirmer les résultats précédents (fig. 4).

Conclusion

Ces études montrent que les valeurs des seuils de taxie et de tétanie varient en fonction de la fréquence et de la durée des impulsions de manière sensiblement identique pour toutes les espèces étudiées. Les courbes qui traduisent ces résultats sont, en effet, du même type. Pour le seuil de taxie, le minimum se situe en général aux alentours de 100 Hz pour la fréquence et de 3 ms pour la durée des impulsions.

Par ailleurs, les réactions natatoires diffèrent selon la fréquence du stimulus appliqué. Aux basses fréquences, la nage taxique est moins bien coordonnée qu'aux fréquences plus élevées et il semble que le poisson garde un certain contrôle de sa motricité. Par contre, pourvu qu'elle soit supérieure à 1 ms, la durée d'impulsion intervient peu sur la qualité des taxies, sauf peut-être aux fréquences les plus basses.

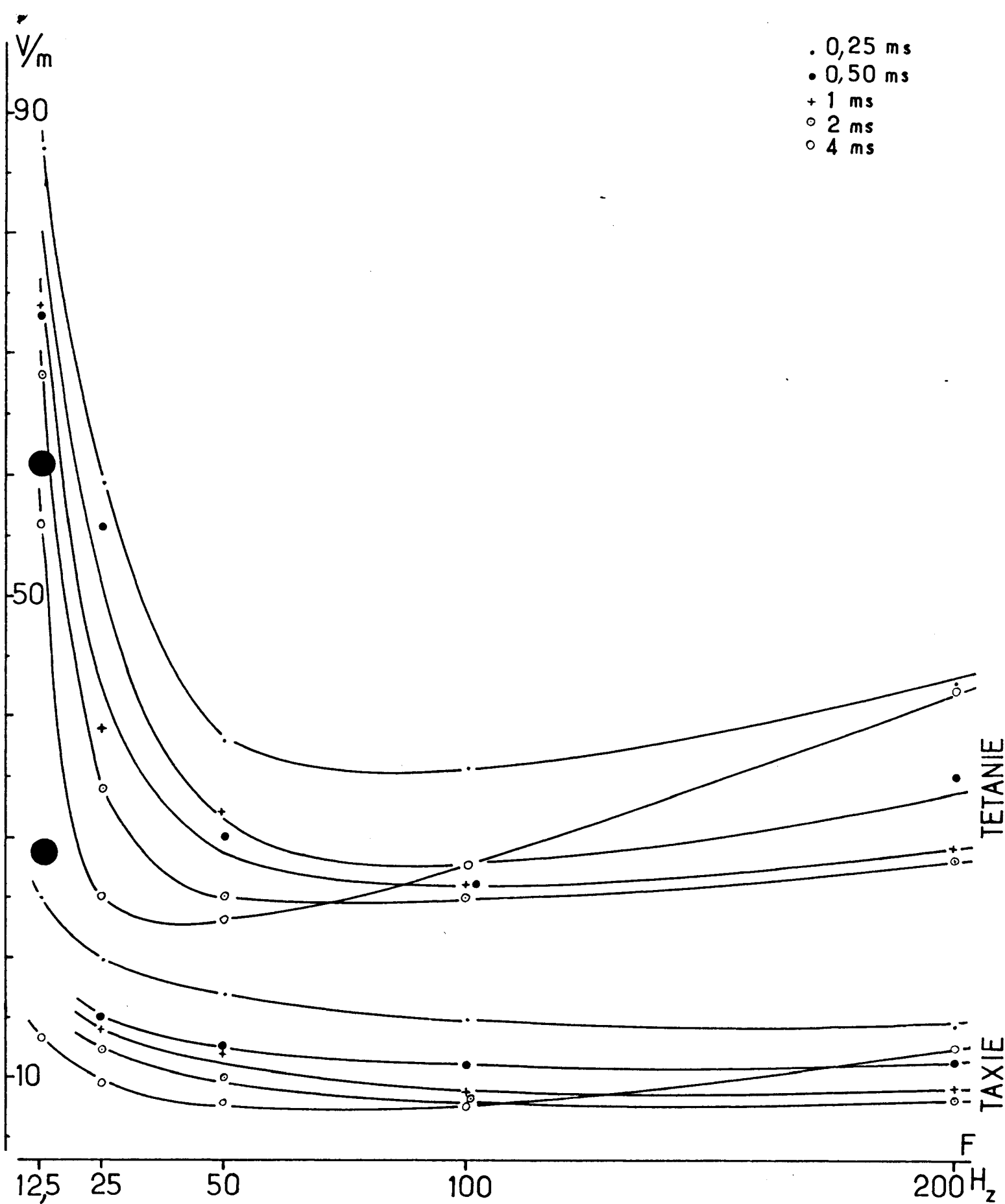


Fig.1 : BARS - Seuils de taxie et de tétanie en fonction de la fréquence pour différentes durées d'impulsion.

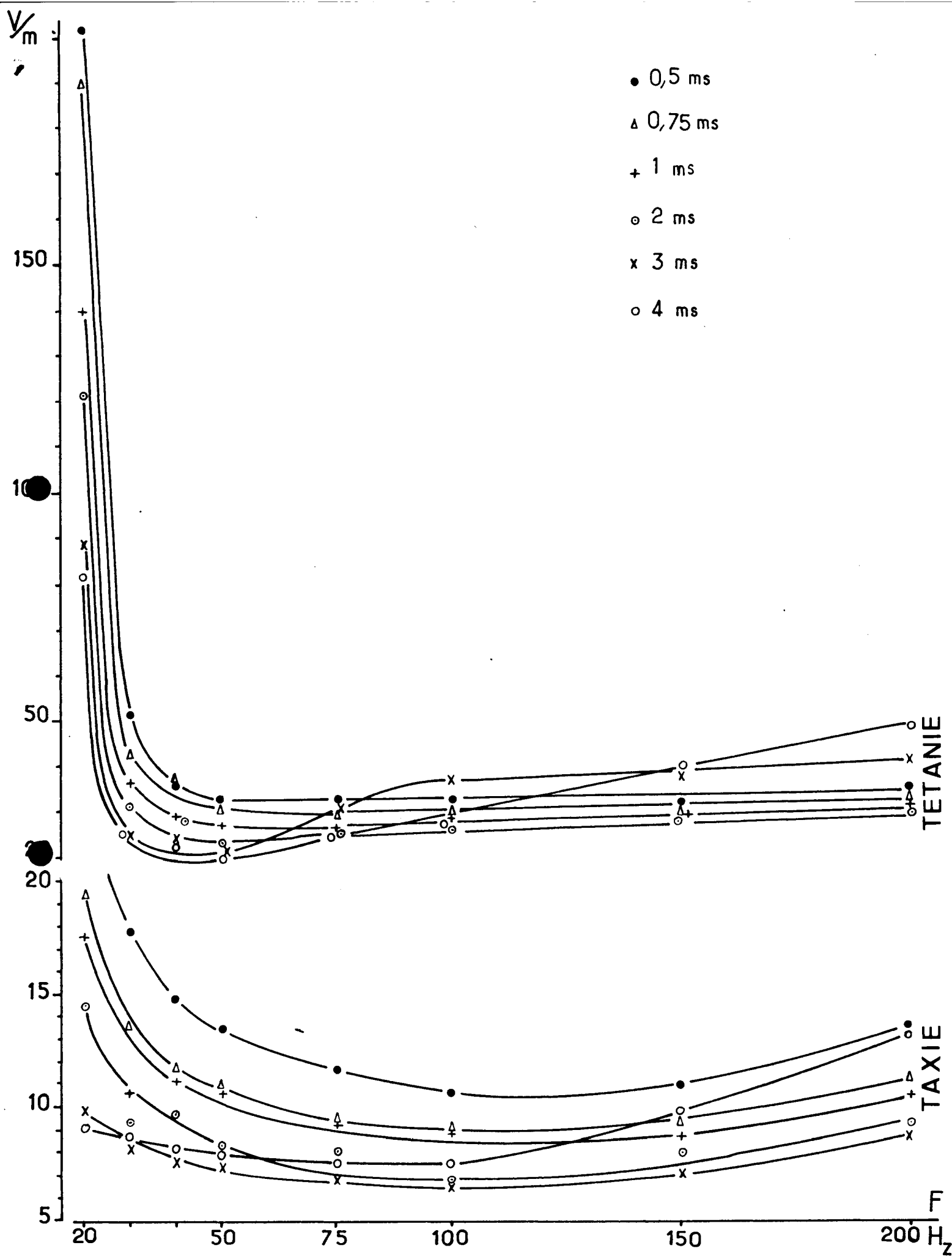


Fig.2: MULETS -Seuils de taxie et de tétanie en fonction de la fréquence pour différentes durées d'impulsion.

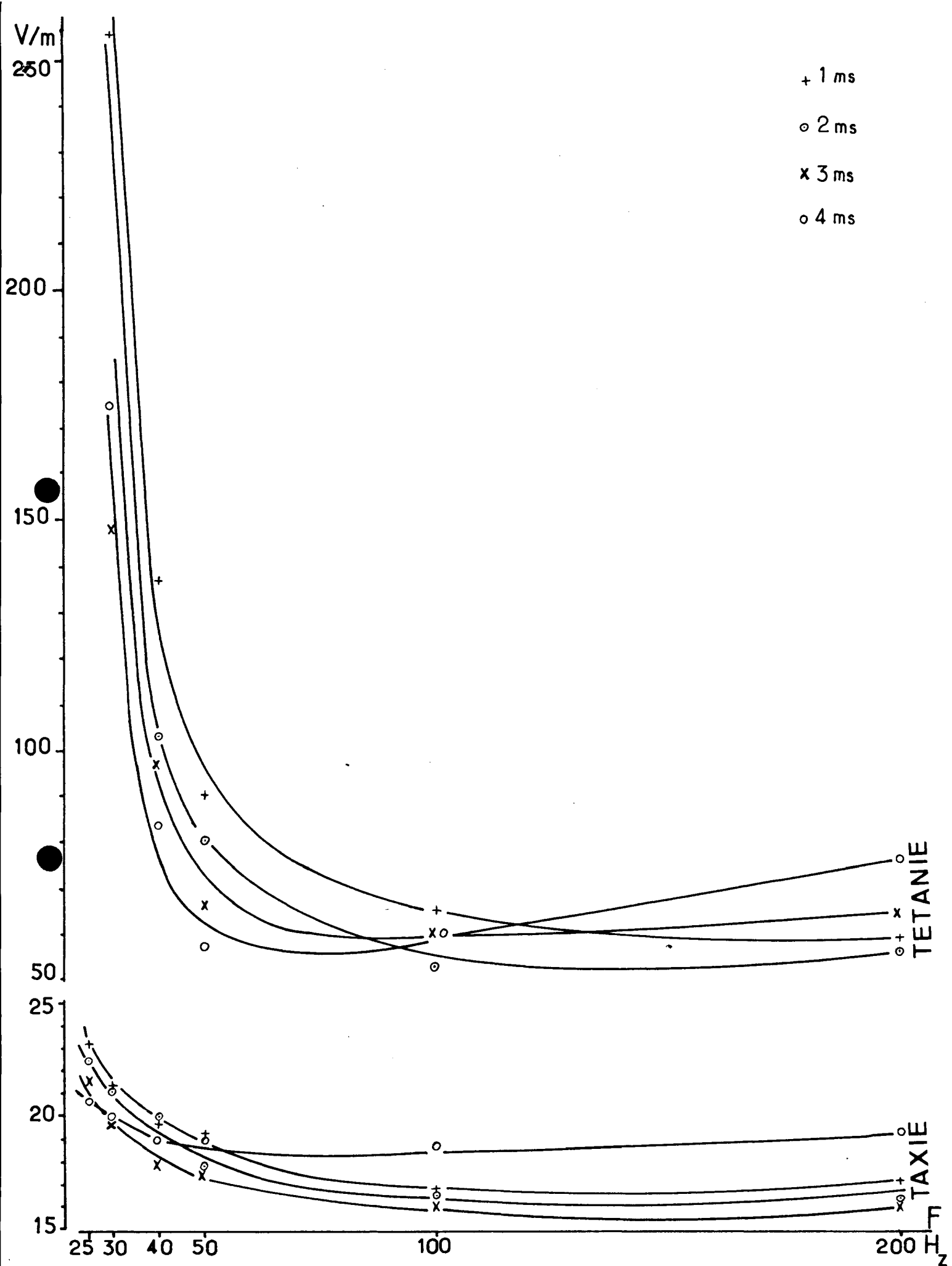


Fig.3: SARDINES - Seuils de taxie et de tétanie en fonction de la fréquence pour différentes durées d'impulsion.

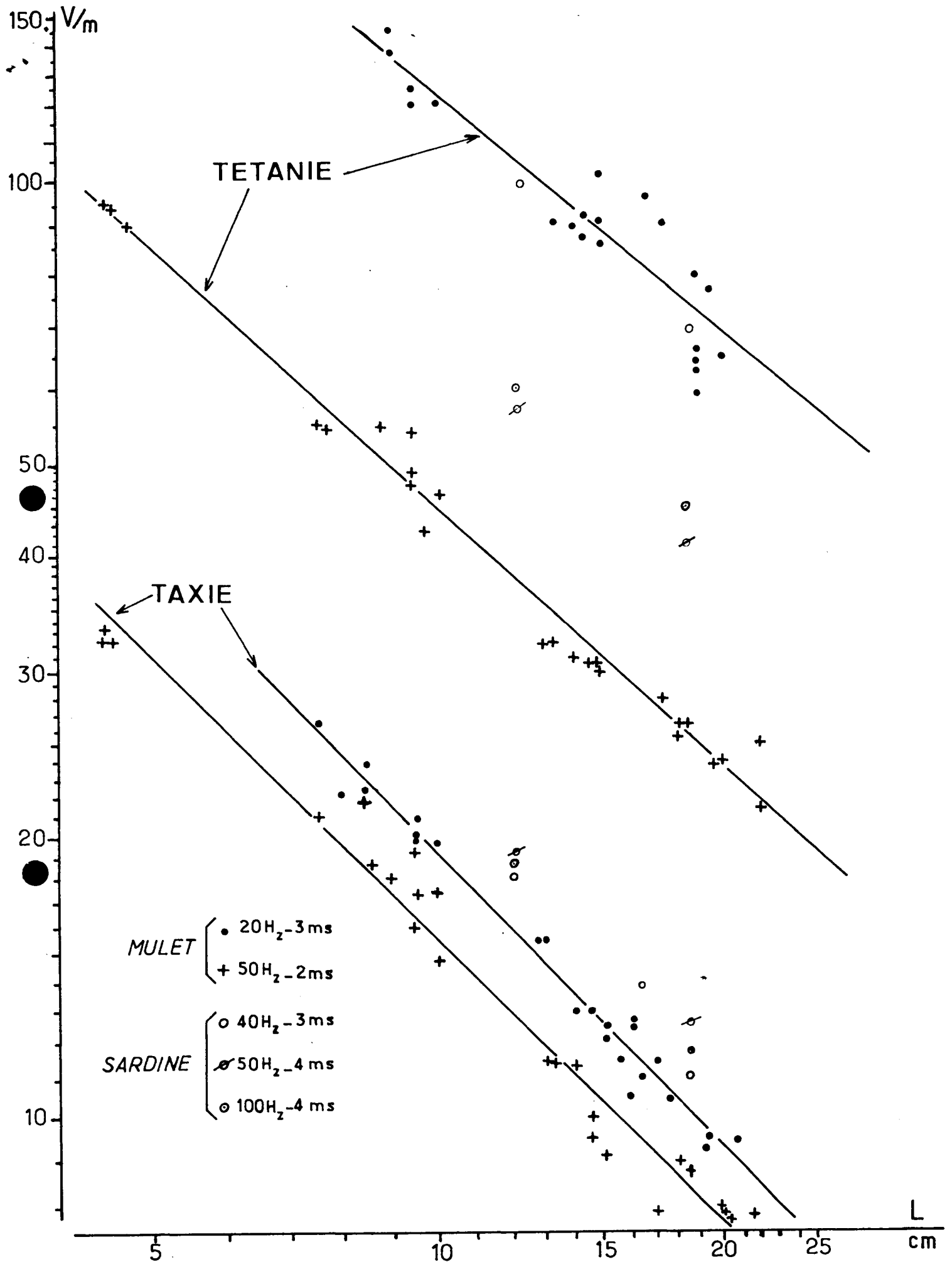


Fig.4: Seuils de taxie et de tétanie en fonction de la longueur pour différents stimuli.