

VI - MEETING OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

UTRECHT : August 29th - September 3th

NOTE SUR LA VARIATION DES CARACTERISTIQUES
PHYSICO-CHIMIQUES DE LA MUSCULATURE DU MEMBRE
POSTERIEUR DU PORC

par

L. MESLE, J. CHARPENTIER, R. GOUTEFONGEA et B. L. DUMONT

(FRANCE)

(Ce travail a été réalisé avec la collaboration technique de Mademoiselle F. AGUILLON -
Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie, des conserves de viandes, PARIS).

NOTE SUR LA VARIATION DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

DE LA MUSCULATURE DU MEMBRE POSTERIEUR DU PORC

par L. MESLE ⁽¹⁾, J. CHARPENTIER ⁽²⁾,
R. GOUTEFONGEA ⁽²⁾, et B.L. DUMONT ⁽²⁾.

INTRODUCTION

L'appréciation ou la mesure des caractéristiques physico-chimiques de la viande présente le plus grand intérêt :

- tant pour juger la qualité de cette viande et sa convenance à tel ou tel type d'utilisation ou de fabrication
- que pour permettre de traduire l'état physiologique de l'animal qui l'a fournie.

Sur ce point, une mesure précise de ces caractéristiques est indispensable pour élucider le mécanisme qui préside à leur déterminisme et pour expliquer l'origine de leur variation.

Si la détermination des caractéristiques physico-chimiques de la viande pose peu de problème quant à sa réalisation pratique, l'interprétation qu'il convient de lui donner soulève bien des difficultés résultant de l'hétérogénéité de la viande. Sous le terme de "viande", nous avons en effet à considérer un ensemble de muscles très différents par de nombreux caractères et à l'intérieur même d'un muscle des différences sensibles peuvent exister d'un point à un autre.

Dans le cadre des recherches effectuées par notre groupe de travail, qui visent d'une part à préciser quelles sont les conséquences des variations des caractéristiques physico-chimiques sur la qualité technologique des viandes et, d'autre part, à étudier les diverses causes qui sont

.../...

(1) CENTRE TECHNIQUE DE LA SALAISON, DE LA CHARCUTERIE et DES CONSERVES DE VIANDES - PARIS

(2) STATION DE RECHERCHES SUR L'ELEVAGE - CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES - de JOUY EN JOSAS.

à l'origine de ces variations, nous avons été amenés à étudier précisément la variation des principales caractéristiques de différents muscles - pH, pouvoir de rétention d'eau, teneur en myoglobine - du membre postérieur du porc.

La présente note résume les premiers résultats auxquels nous sommes parvenus.

MATERIEL ET METHODES

I. - ANIMAUX

Les 18 porcs étudiés étaient tous de race Large White et provenaient de la porcherie de testage du C.N.R.Z. Ils étaient abattus au poids de 100 kg vif.

II. - PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Après l'abattage, les carcasses étaient stockées pendant 24 h à + 2°C/+ 4°C. Le jambon gauche était alors prélevé et transporté dans une salle de dissection où étaient maintenues une température de 8°C et une hygrométrie voisine de 100 %. Le jambon était alors disséqué et un total de 16 échantillons prélevés sur l'ensemble des 5 muscles suivants :

- Demi-tendineux
- Long vaste
- Droit antérieur
- Demi-membraneux
- Adducteur de la cuisse.

Les échantillons étaient prélevés selon les figures 1 à 5.

Demi-tendineux (Echantillons 1 à 7)

- N° 1. Partie inférieure du muscle
- N° 2. Portion externe de la partie supérieure du muscle
- N° 3. Portion interne de la partie supérieure du muscle
- N° 4 et n° 7. Partie médiane de la face externe du muscle
- n° 5 et n° 6. Partie médiane de la face interne du muscle

Long vaste (Echantillons 8 à 11)

- N° 8. Partie supérieure du muscle sur une épaisseur d'environ 1 cm
- N° 9. Partie médiane de la face externe du muscle sur une épaisseur d'environ 1 cm.
- N° 10. Partie médiane de la face interne du muscle. Epaisseur d'environ 1 cm.
- n° 11. Portion du muscle situé en zone interne entre les échantillons 9 et 10.

Droit antérieur (Echantillons 12 et 13)

- N° 12. Partie médiane de la face interne du muscle
N° 13. Partie médiane de la face externe du muscle

Demi-membraneux (Echantillons 14 et 15)

- N° 14. Partie supérieure de la face externe du muscle (Epaisseur 2 cm)
N° 15. Partie située au centre de la face interne du muscle

Adducteur de la cuisse (Echantillon 16)

- N° 16. Tranche de 1 cm d'épaisseur prélevée à la partie supérieure du muscle après enlèvement d'une zone externe desséchée sur une épaisseur de 3 mm.

Nous avons pu étudier ainsi un total de 288 échantillons, provenant de 18 porcs.

III. - MESURES

a) pH :

Les mesures de pH furent effectuées aussitôt après le prélèvement des échantillons, à l'intérieur de ces échantillons, au moyen d'un pH-mètre E.I.4. N° 23015 A et d'une électrode Type Duplex. Pour cette mesure, les échantillons étaient sortis de la salle de dissection et y étaient ramenés aussitôt la mesure faite.

b) Pouvoir de rétention d'eau :

Après la prise du pH, une partie de chaque échantillon était finement hachée au couteau et 500 mg environ soumis à la pression d'un appareil spécial décrit en annexe pendant une durée de 5 minutes. Pour ce traitement, la viande soumise à la pression était placée entre deux disques de papier à chromatographie Wathman n° 3 MM. Ce papier était conservé dans un dessiccateur et n'en était retiré qu'au moment de l'emploi.

Le poids du piston était de 224,5 g.

La perte d'eau était mesurée par différence des poids de viande avant et après traitement.

c) Dosage de la myoglobine :

La méthode utilisée est empruntée à GINGER-SCHWEIGERT. Seul diffère le procédé d'extraction.

1. - Extraction : 6 à 10 grammes de tissu frais sont broyés en présence de 20 ml d'eau distillée dans un microbroyeur "DUREL et SAUSSE" PROLABO. Cet appareil présente l'avantage d'effectuer le broyage directement dans le pot de centrifugeuse, ce qui évite les pertes par transvasement. Le broyat est centrifugé à 3.000 tours/minute pendant 10 minutes. Le surnageant est versé dans une fiole jaugée de 50 ml. Le culot est remacéré et agité en présence de 15 ml d'eau puis centrifugé pendant 10 minutes. Cette opération est encore répétée une fois et les surnageants sont ajustés à 50 ml avec de l'eau distillée, puis filtrés sur verre fritté et Hyflo Super Cell, ce qui permet d'obtenir un liquide limpide.

2. - Précipitation des protéines étrangères : On prélève une partie aliquote de 20 ml. On y ajoute 5 ml d'acétate de plomb basique saturé et on centrifuge à 3.000 tours/minute pendant 10 minutes.

3. - Précipitation de l'hémoglobine : Les proportions de phosphate bi et monopotassiques sont calculées d'après l'équation de Green, ce qui donne pour un volume de 50 ml :

- 10,002 grammes de mono
- 13,325 grammes de bi

Ces quantités de phosphate bi et mono sont versées dans une fiole de 50 ml. Le surnageant précédent est versé dans cette fiole et le volume est ajusté à 50 ml avec de l'eau distillée. La dissolution à l'aide d'un agitateur magnétique demande une demi-heure. Le contenu de la fiole est ensuite centrifugé à 3.000 tours/minute puis filtré.

4. - Détermination de la quantité de myoglobine en mg par gramme de tissu frais : 0,5 ml d'une solution de ferricyanure de K (987 mg/100 ml) et 0,5 ml d'une solution de cyanure de sodium (196 mg/100 ml) sont versés dans une fiole jaugée de 25 ml. On complète au niveau avec le filtrat précédent. Un témoin est fait en complétant au niveau avec de l'eau distillée. On lit à 540 m μ avec un spectrophotomètre Beckman "B" en utilisant des tubes de 22 mm de diamètre.

La quantité de myoglobine en mg par gramme de tissu frais est donnée par l'équation :

$$Q_{Mb} = \frac{16,500 \times 25 \times 50 \times d.o}{11,5 \times 24 \times 1000 \times 2,2 \times M}$$

$$Q_{Mb} = \frac{3,396 \times d.o}{N \text{ en grammes}}$$

RESULTATS ET DISCUSSION

Le Tableau I donne l'ensemble des résultats observés.

pH

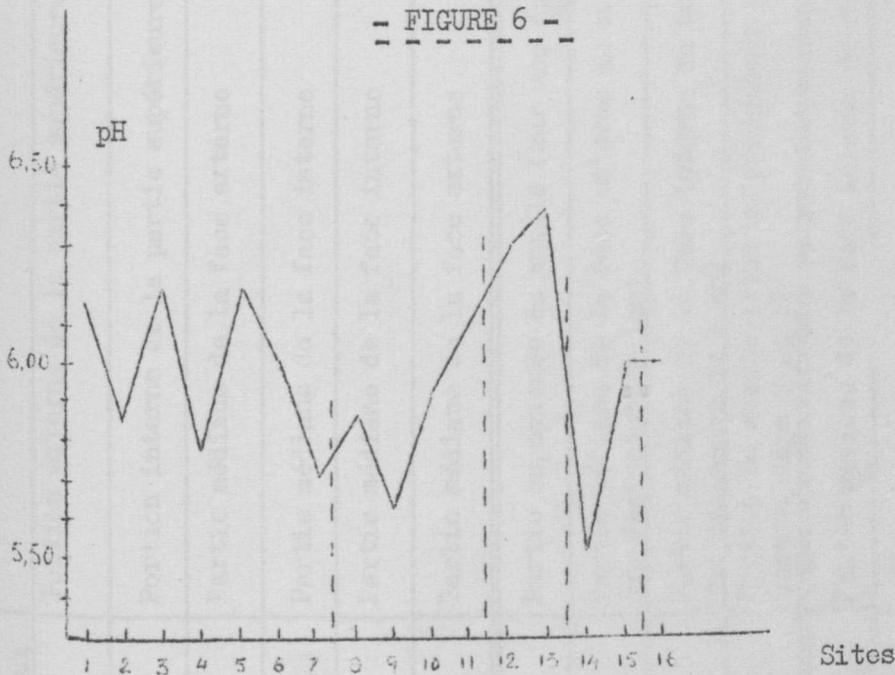
Le tableau 2 montre qu'il existe des différences significatives entre la valeur moyenne du pH de différents muscles du jambon. Le tableau 3 précise que ces différences se rencontrent également à l'intérieur des muscles. Seuls les quatre échantillons du Long vaste ne diffèrent pas. Dans le Demi-tendineux, on constate qu'il existe deux groupes de moyennes assez homogènes. Ces deux groupes correspondent exactement aux faces internes (échantillons 3 - 5 - 6) et externes (échantillons 2 - 4 - 7) du muscle.

L'amplitude des variations enregistrées entre les sites, pour un même porc, est assez importante comme le montrent :

- d'une part la figure 6 qui représente les valeurs du pH enregistrées aux 16 sites considérés dans le cas du porc n° 8

- et d'autre part la figure 7 qui représente la moyenne des pH, par sites, respectivement pour des porcs présentant nettement le caractère exsudatif (courbe en pointillé) et pour des porcs d'une très bonne qualité de viande (courbe en trait plein).

- FIGURE 6 -



.../...

N° de l'échantillon	Muscle	Portion du Muscle	pH	Teneur en myoglobine en mg/g de tissu frais	Eau libre (en mg pour 100 mg de tissu frais)	Matière sèche en % du poids frais
1	Demi-tendineux	Partie inférieure du muscle	5,94 ± 0,21	1,00 ± 0,26	238,76 ± 40,84	23,65 ± 1,30
2	"	Portion externe de la partie supérieure du muscle	5,77 ± 0,24	0,55 ± 0,16	270,91 ± 63,42	26,49 ± 2,18
3	"	Portion interne de la partie supérieure du muscle	5,93 ± 0,20	0,95 ± 0,22	257,21 ± 40,52	24,96 ± 1,68
4	"	Partie médiane de la face externe	5,69 ± 0,23	0,58 ± 0,22	329,95 ± 65,18	26,18 ± 2,40
5	"	Partie médiane de la face interne	5,88 ± 0,21	0,90 ± 0,18	282,56 ± 49,62	24,14 ± 1,47
6	"	Partie médiane de la face interne	5,87 ± 0,20	0,99 ± 0,24	247,47 ± 36,74	23,69 ± 1,43
7	"	Partie médiane de la face externe	5,70 ± 0,18	0,59 ± 0,25	286,37 ± 42,17	24,54 ± 2,10
8	Long vaste	Partie supérieure du muscle (sur une épaisseur de 1 cm)	5,71 ± 0,18	0,71 ± 0,19	305,95 ± 56,86	25,16 ± 1,10
9	"	Partie médiane de la face externe du muscle (sur une épaisseur de 1 cm)	5,67 ± 0,19	0,61 ± 0,20	307,01 ± 42,14	24,94 ± 1,09
10	"	Partie médiane de la face interne du muscle (sur une épaisseur de 1 cm)	5,80 ± 0,19	0,89 ± 0,23	284,82 ± 63,40	24,57 ± 1,28
11	"	Portion du muscle situé en profondeur entre les échantillons 9 et 10	5,76 ± 0,21	0,84 ± 0,19	275,71 ± 62	24,94 ± 1,23
12	Droit antérieur	Partie médiane de la face interne du muscle	6,19 ± 0,29	1,10 ± 0,42	224,20 ± 44,84	22,95 ± 1,17
13	"	Partie médiane de la face externe du muscle	6,02 ± 0,36	0,86 ± 0,23	234,42 ± 54,20	23,48 ± 1,32
14	Demi-membraneux	Partie supérieure de la face externe du muscle (sur une épaisseur de 2 cm)	5,51 ± 0,06	0,56 ± 0,13	310,28 ± 39,67	27,16 ± 1,17
15	"	Partie située au centre de la face interne du muscle	5,89 ± 0,15	1,26 ± 0,29	249,68 ± 36,20	23,92 ± 1,17
16	Adducteur de la cuisse	Tranche d'1 cm d'épaisseur prélevée à la partie supérieure du muscle, après enlèvement de la zone externe sur une épaisseur de 3 mm environ	5,81 ± 0,21	0,79 ± 0,21	239,57 ± 54,98	24,82 ± 1,40

La détermination d'un index de pH permettant de juger de la qualité de viande d'un porc se heurte là à une difficulté majeure.

Car pour une qualité de viande donnée, le niveau de l'index de pH sera plus ou moins élevé, suivant les sites de mesure du pH utilisés pour calculer l'index.

TENEUR EN MYOGLOBINE

Le tableau 4 montre que la teneur en myoglobine des différents muscles du jambon diffère assez considérablement. Les différences à l'intérieur des muscles sont également importantes (Tableau 5) puisque dans tous les muscles où nous avons prélevé au moins deux échantillons ces différences existent ; les deux valeurs extrêmes se trouvant dans un même muscle (demi-membraneux).

Ces différences de teneur en myoglobine des muscles chez un animal correspondent bien à des différences de teinte. Nous disposions en effet simultanément des 16 échantillons d'un même porc, ce qui nous permettait de comparer leurs couleurs. D'après ce que nous avons pu en juger, dans le demi-membraneux, la différence de couleur entre le site 14 et le site 15 était considérable ; elle était moins forte entre le site 12 et le site 13 du muscle adducteur, mais restait sensible ; le site 9 du Long vaste était nettement plus clair que les sites 10 et 11. Enfin, dans le demi-tendineux, les deux groupes de moyennes homogènes correspondent aux 2 faces interne et externe du muscle, qui sont de coloration nettement différente.

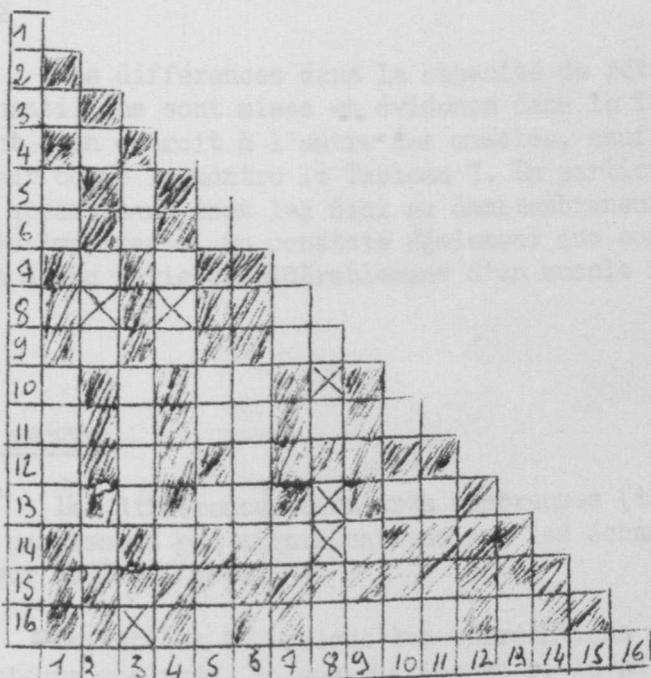
Nous avons pu constater également que ces différences de couleur étaient assez constantes d'un animal à l'autre.

Il aurait été intéressant de voir si les différences de teneur en myoglobine pour un même site entre porcs correspondaient également à des différences de coloration, mais le manque d'étalons colorés suffisamment précis ne nous a pas permis de faire cette comparaison, que nous nous proposons de réaliser dans de prochains travaux.

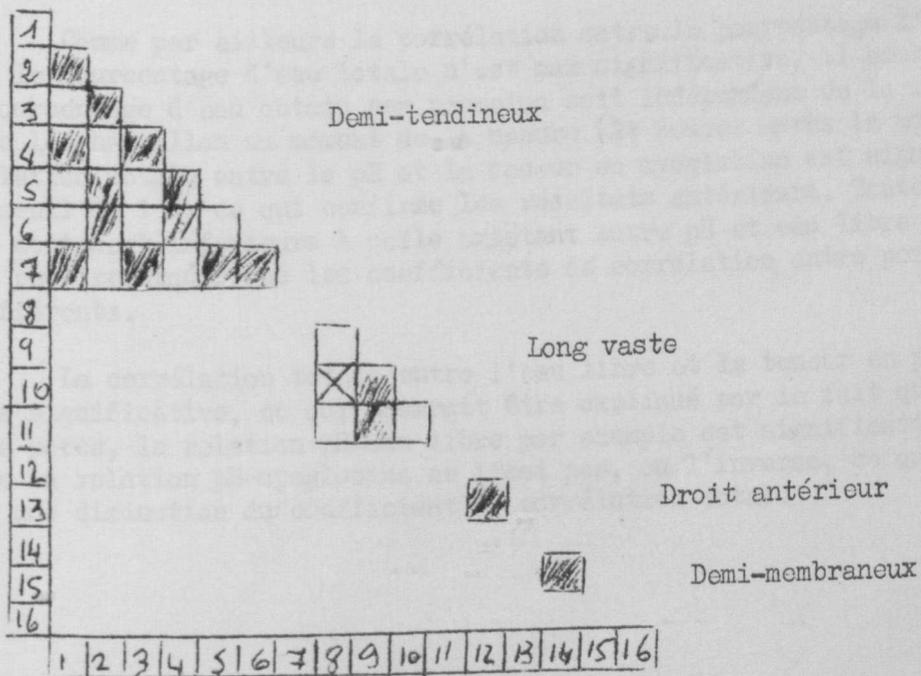
Il faut noter également que, sauf pour le Long Vaste, les différences significatives de teneur en myoglobine à l'intérieur d'un muscle sont sensiblement les mêmes que les différences significatives de pH, ce qui tendrait à prouver que, chez un même animal, les muscles qui paraissent les plus colorés ont le pH le plus élevé, mais également la plus forte teneur en myoglobine. Compte tenu de cette observation, il serait intéressant d'étudier comment évolue, chez un même animal, la "structure" des différents muscles.

.../...

- TABLEAU 4 -
TENEUR EN MYOGLOBINE



- TABLEAU 5 -
TENEUR EN MYOGLOBINE



EAU LIBRE

Les différences dans la capacité de rétention d'eau des différents échantillons sont mises en évidence dans le Tableau 6. Ces différences persistent d'un endroit à l'autre des muscles, sauf pour le Long Vaste et l'Adducteur comme le montre le Tableau 7. En particulier, les échantillons 14 et 15 appartenant tous les deux au demi-membraneux présentent une différence très importante. On constate également que comme le pH, la capacité de rétention d'eau varie considérablement d'un muscle à l'autre d'un même animal.

MATIERES SECHES

Les différences sont très nombreuses (tableaux 8 et 9). Toutefois elles ne paraissent pas significatives sur les échantillons prélevés à l'intérieur du Long Vaste.

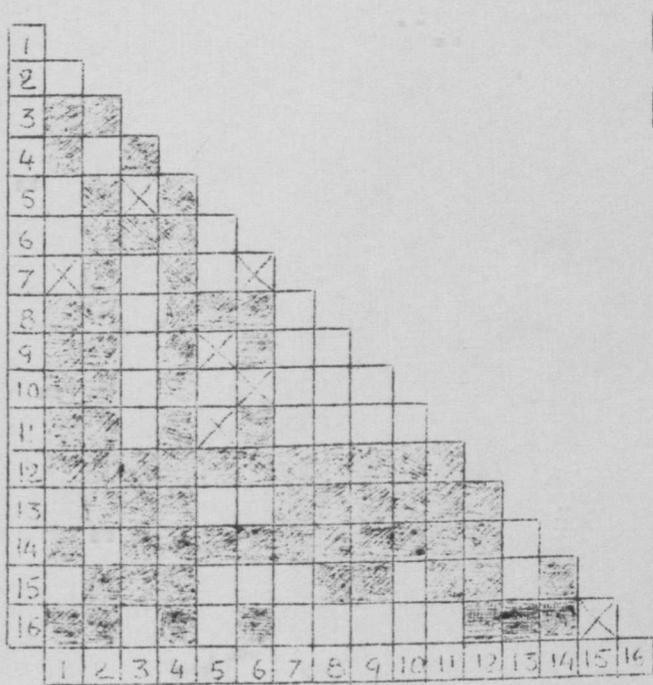
Le Tableau 10 indique les corrélations existant entre les différents facteurs analysés. La corrélation entre le pH et le pourcentage d'eau libre est très élevée ($r = -0,733$), ce qui confirme les résultats des travaux antérieurs. Nous avons calculé également la corrélation existant entre le pH et le pourcentage d'eau obtenu par pression ($r = -0,854$), par rapport au pourcentage d'eau totale dans l'échantillon, ce rapport étant une meilleure mesure de la capacité de rétention d'eau. Ce dernier coefficient de corrélation est significativement supérieur au premier ($P = 0,01$) ($t = 3,938$).

Comme par ailleurs la corrélation entre le pourcentage d'eau libre et le pourcentage d'eau totale n'est pas significative, il semblerait que le pourcentage d'eau obtenu par pression soit indépendant de la teneur en eau de l'échantillon au moment de la mesure (24 heures après la mort), la corrélation totale entre le pH et la teneur en myoglobine est significative au seuil de 1 %, ce qui confirme les résultats antérieurs. Toutefois, elle est nettement inférieure à celle existant entre pH et eau libre et de plus, on peut remarquer que les coefficients de corrélation entre porcs sont assez différents.

La corrélation totale entre l'eau libre et la teneur en pigment n'est pas significative, ce qui pourrait être expliqué par le fait que chez plusieurs porcs, la relation pH-eau libre par exemple est significative, alors que la relation pH-myoglobine ne l'est pas, ou l'inverse, ce qui entraîne une diminution du coefficient de corrélation total.

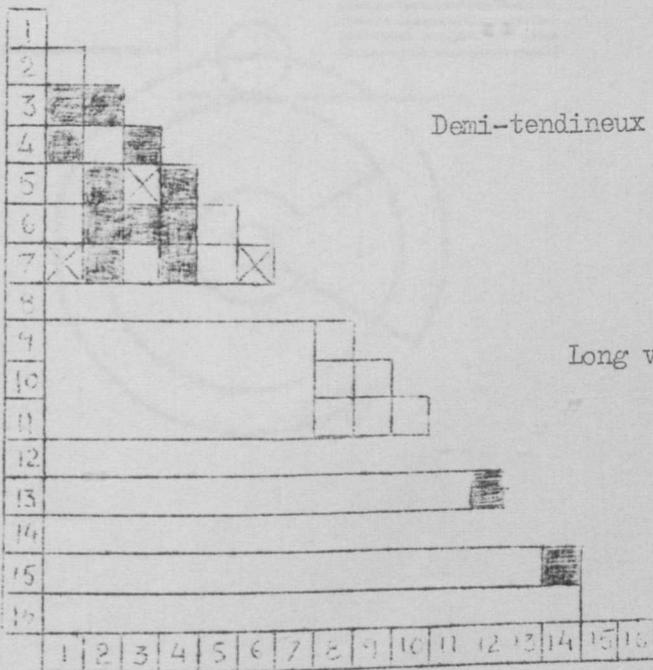
.../...

TABLEAU 8
- MATIERES SECHES -



■ Significatif au seuil 0,01
 X Significatif au seuil 0,05

TABLEAU 9
- MATIERES SECHES -



Demi-tendineux

Long vaste

Droit antérieur

Demi-membraneux

-- TABLEAU --
CORRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS FACTEURS ANALYSES
(286 degrés de liberté)

10 --
DIFFERENTS FACTEURS ANALYSES
(de liberté)

	1	2	3	4	5	6	7
des Porcs							
→ Eau libre	-0,763 SS	-0,613 S	-0,894 SS	-0,632 SS	-0,883 SS	-0,529 SS	-0,440 NS
→ Myoglobine	+0,701 SS	+0,850 SS	+0,550 S	+0,856 SS	+0,081 NS	+0,782 SS	+0,492 NS
→ Eau libre / Eau totale	-0,807 SS	-0,686 SS	-0,826 SS	-0,678 SS	-0,720 SS	-0,747 SS	-0,593 NS
→ Eau totale	-0,021 NS	-0,159 NS	-0,191 NS	-0,641 SS	-0,255 NS	-0,551 S	-0,559 SS
→ Myoglobine	-0,535 S	-0,635 SS	-0,465 NS	-0,613 S	-0,133 NS	-0,574 S	-0,489 NS

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL
-0,816 SS	-0,783 SS	-0,473 NS	-0,529 S	-0,572 S	-0,559 S	-0,621 S	-0,842 SS	-0,497 S	-0,263 NS	-0,563 S	-0,733 SS
+0,643 SS	+0,871 SS	+0,814 SS	+0,192 NS	+0,901 SS	+0,542 S	-0,007 NS	+0,474 NS	+0,832 SS	+0,441 NS	+0,480 NS	+0,343 SS
-0,683 SS	-0,788 SS	-0,556 S	-0,800 SS	-0,593 S	-0,583 S	-0,750 SS	-0,822 SS	-0,520 S	-0,377 NS	-0,597 S	-0,854 SS
-0,505 S	-0,220 NS	-0,127 NS	-0,484 NS	-0,614 S	-0,331 NS	-0,582 S	-0,727 SS	-0,390 NS	-0,033 NS	+0,146 NS	-0,0528 NS
-0,725 SS	-0,740 SS	-0,415 NS	-0,399 NS	-0,081 NS	-0,456 NS	-0,125 NS	-0,336 NS	-0,562 S	-0,018 NS	-0,149 NS	-0,105 NS

N.S. = Non significatif
S. = Significatif au seuil de probabilité 0,05 (r = 0,497)
S.S. = Significatif au seuil de probabilité 0,01 (r = 0,623)

CONCLUSION

Il existe donc des variations importantes en ce qui concerne les principales caractéristiques physico-chimiques ; d'une part, entre muscles et d'autre part, à l'intérieur même du muscle.

Les différences entre sites pour un même porc semblent systématiques et dans le même sens, ce qui tend à montrer que pour un facteur déterminé, les variations enregistrées entre sites doivent avoir une origine commune (structure ou autre) ; quoiqu'il en soit, l'hétérogénéité du muscle est flagrante.

Dans le cas de mesures physico-chimiques, il importe donc de préciser avec soin l'endroit précis étudié, et de savoir si l'échantillon analysé subit de la même façon que le reste de la musculature l'influence de la cause de variation envisagée.

Des études sont en cours dans notre laboratoire pour préciser ce point, en même temps que d'autres qui ont pour but de préciser l'évolution des différents facteurs physico-chimiques entre l'abattage et le moment de l'utilisation de la viande.

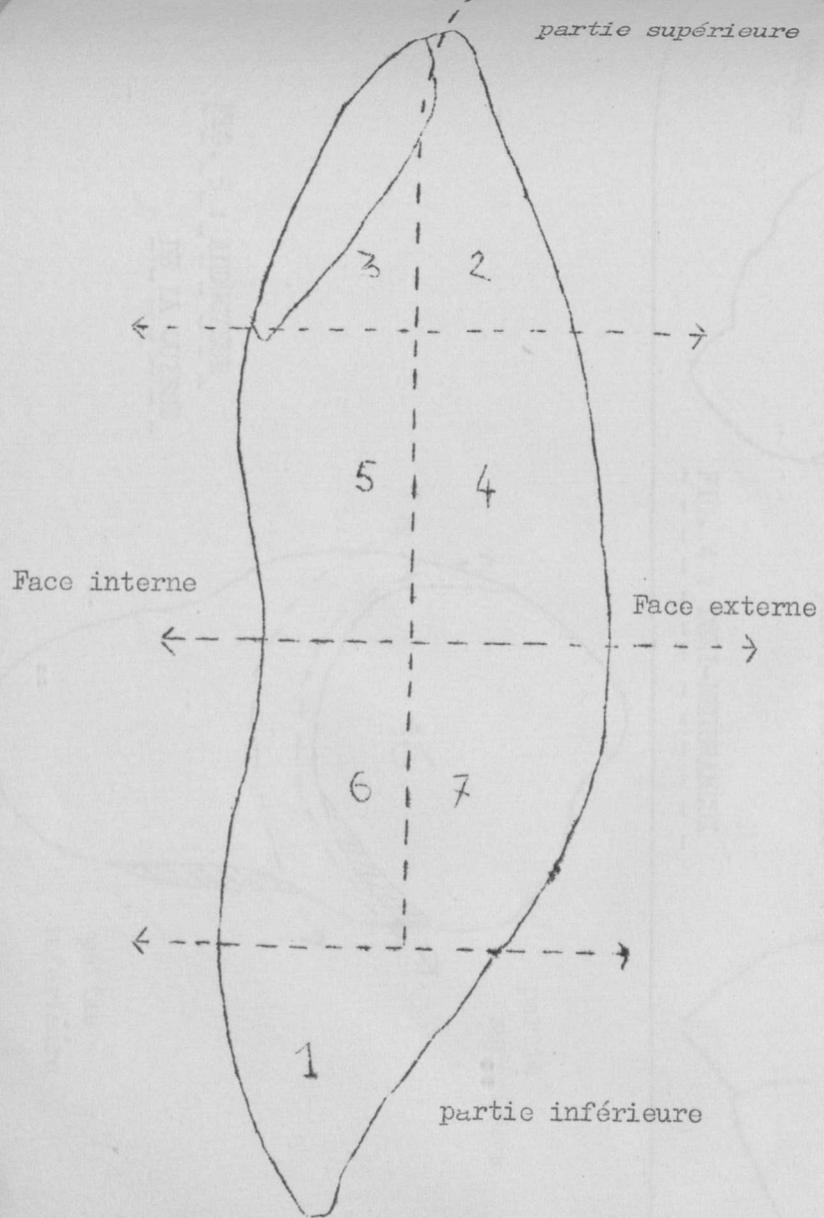


FIG. 1 : DELTÉOÏDIENNEUX

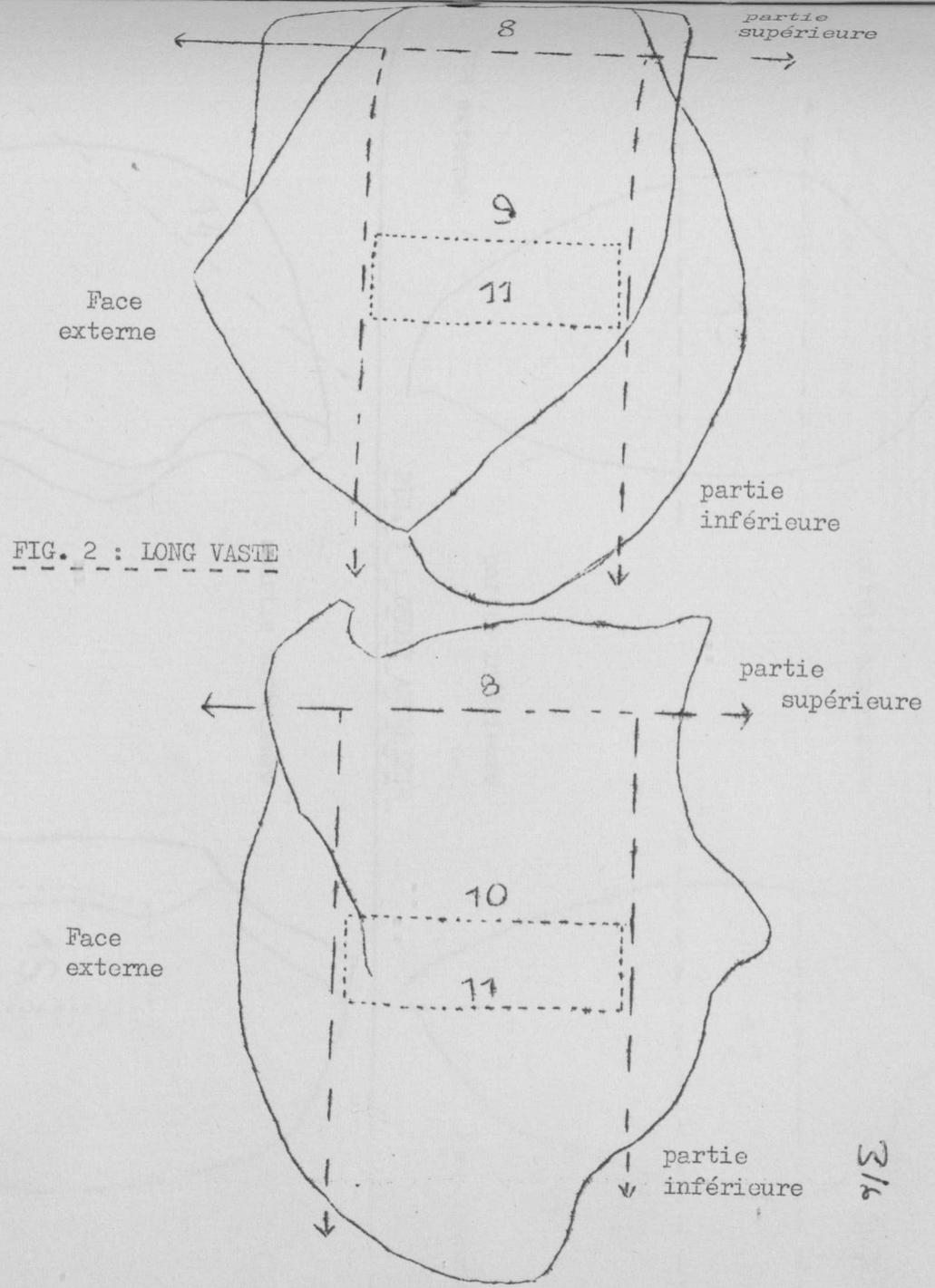


FIG. 2 : LONG VASTE

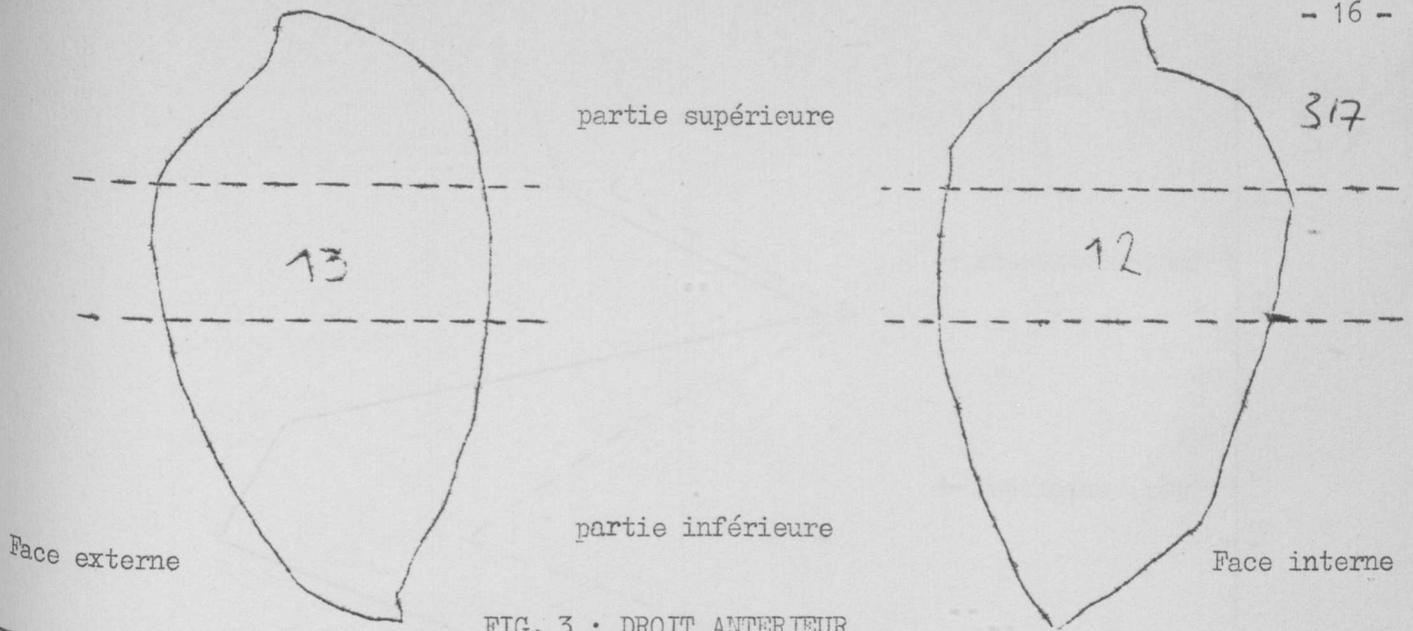


FIG. 3 : DROIT ANTERIEUR

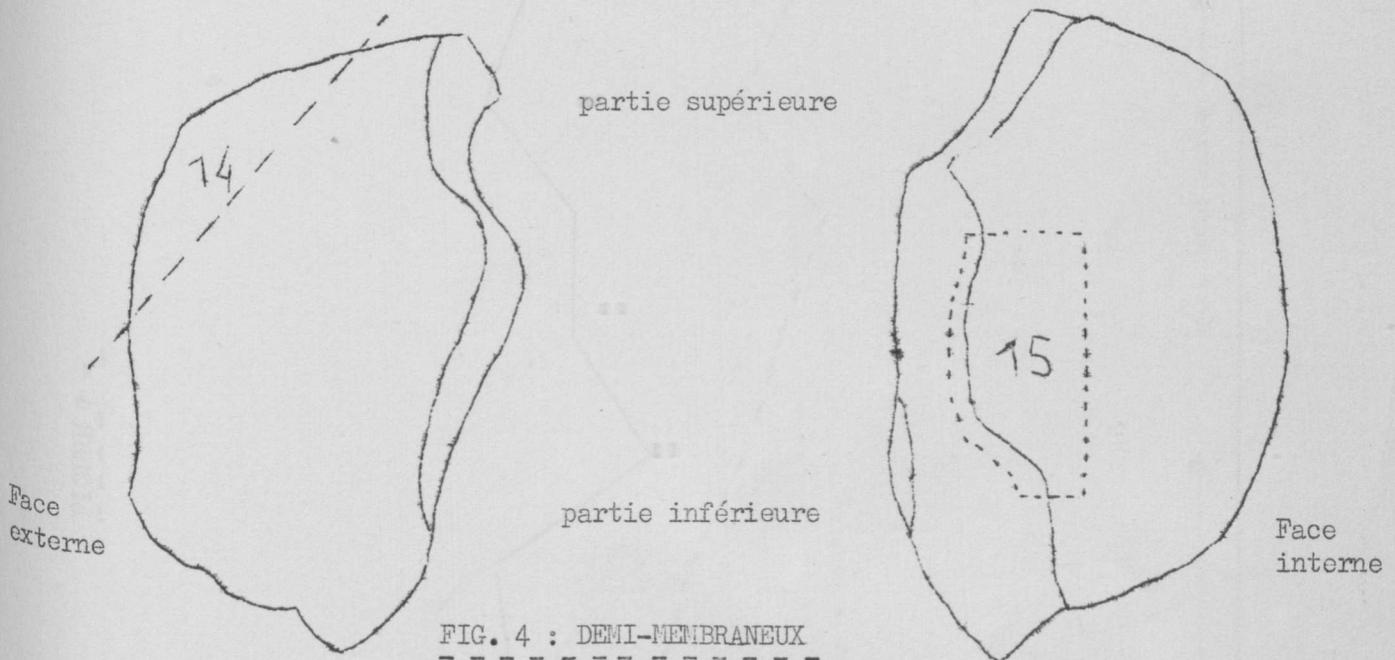


FIG. 4 : DEMI-MEMBRANEUX

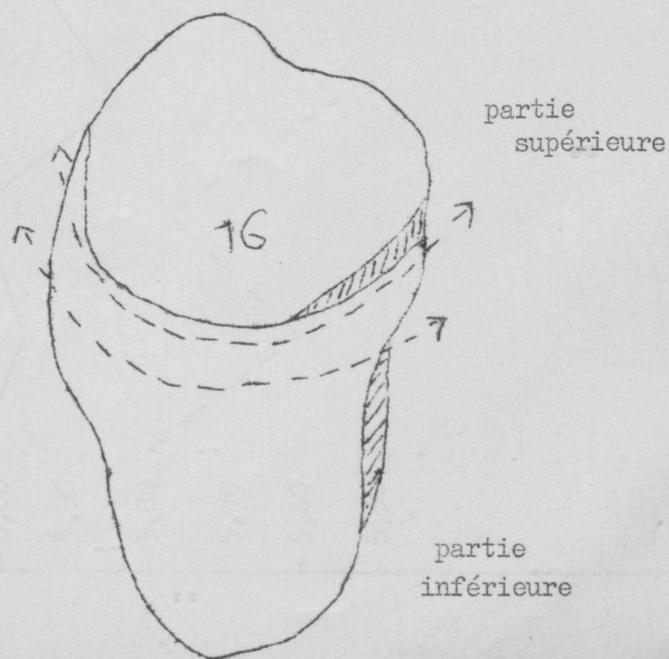
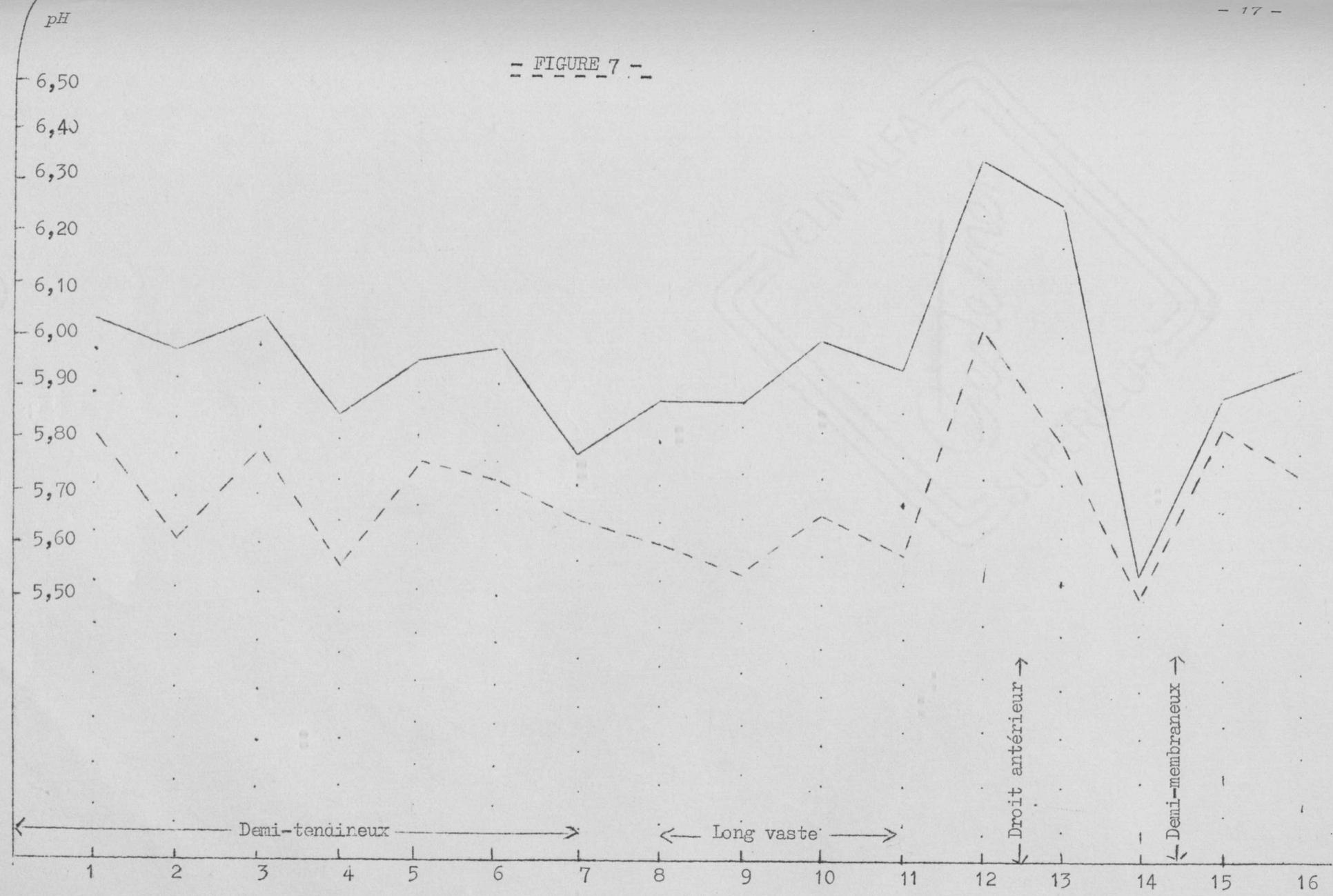


FIG. 5 : ADDUCTEUR
DE LA CUISSE

== FIGURE 7 ==



2/5