

APTITUDE DES CALMARS A LA CONSERVATION A L'ETAT FRAIS ET CONGELE

par Henri DURAND, Hi-Yul PARK et Annie HADJADJ

Introduction.

La diminution continuelle des stocks d'espèces exploitées traditionnellement par les pêcheurs et les transformateurs les conduit de plus en plus à chercher de nouvelles matières premières. La substitution d'espèces devient chaque jour plus nécessaire et on assiste actuellement à de nombreuses tentatives d'utilisation d'espèces jusqu'alors non commercialisées ou sous-utilisées. C'est ainsi que divers poissons d'eaux profondes (merlan bleu, chimères...) ou des zones antarctiques (nonotheniidés, channichtidés...) ont suscité l'intérêt de diverses nations.

Parmi les espèces pouvant intéresser l'industrie française figurent les céphalopodes. Ces mollusques, très utilisés par les pays asiatiques (Japon, Corée du Sud, Chine) restent très peu employés en France, tout au moins pour la transformation.

Les caractéristiques les plus intéressantes de ces espèces sont, outre la bonne qualité de leur chair, d'une part, la brièveté du cycle de vie (environ deux ans) et la rapidité de croissance, d'autre part l'importance des ressources potentielles.

On estime les captures à environ 1 million de tonnes dans le Pacifique nord-ouest dont 600 000 par le Japon, la Chine et la Corée du Sud. Les réserves du Pacifique nord-est sont estimées à 600 000 tonnes.

En ce qui concerne l'Atlantique, la région centre-est produit 300 000 t et aurait un potentiel de 1 million de tonnes, la région nord-est aurait un potentiel d'également un million de tonnes et la région nord-ouest un potentiel compris entre 0,5 et 1 million de tonnes.

Enfin, en Méditerranée, le potentiel est estimé à 100 000 t, et la production annuelle à 40 000 t.

Au total, en ne considérant que les espèces des plateaux continentaux où l'on pêche habituellement, les réserves sont estimées à 8 millions de tonnes et les captures pourraient atteindre 4 millions de tonnes par an, soit quatre fois la production totale actuelle.

1. Matières premières.

L'étude rapportée ici a eu pour but de déterminer l'aptitude à la conservation, puis à la transformation des principales espèces rencontrées sur les côtes françaises.

Ces espèces sont surtout la seiche (*Sepia officinalis*), le calmar (*Loligo vulgaris*), l'encornet (*Illex coindetti*) et en Méditerranée le poulpe. L'encornet du nord-ouest Atlantique, *Illex illecebrosus*, pourrait aussi intéresser les pêcheurs français dans la zone de Saint-Pierre-et-Miquelon (fig. 1).

Le calmar et la seiche sont les deux espèces les plus prisées actuellement sur le marché français.

Dans un premier temps, notre étude a porté sur le calmar (*Loligo vulgaris*) en provenance des côtes françaises de la Manche. Il a été pêché par environ 50° de longitude nord et entre 0 et 1° de latitude ouest.

Nous avons étudié la composition des calmars au cours de l'année, les rendements obtenus, l'altération en glace et les conditions de congélation - décongélation de ces produits. Ces essais ont pour but d'améliorer la connaissance des espèces françaises, et de préciser certaines caractéristiques ayant leur importance pour la transformation de ces produits par les industriels français.

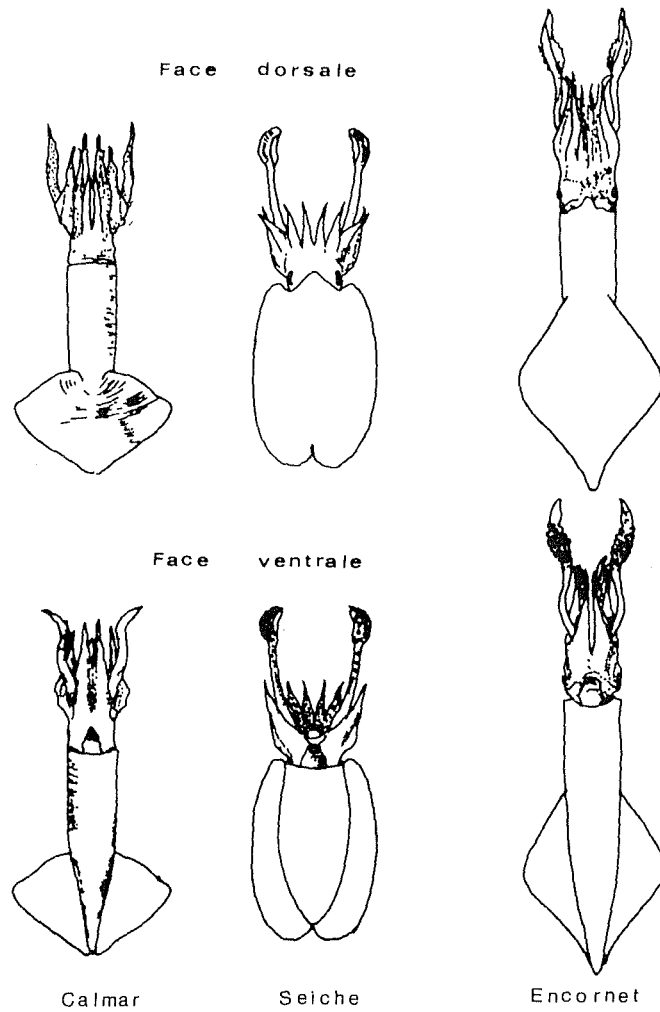


Fig. 1.

2. Rendements et composition.

Les relations existant entre la taille et le poids des calmars utilisés sont représentées sur la figure 2.

Les rendements moyens obtenus, calculés uniquement sur le manteau, augmentent avec la taille. Ils se situent aux environs de 60 % pour les calmars de taille petite ou moyenne ($L < 25 - 27$ cm) et vers 63 - 64 % pour les plus gros. Des équations des deux droites décrivant les rapports taille-poids, on peut tirer une autre relation d'estimation des rendements :

$$P_m = 0,62 P_e + 27$$

Si l'on tient compte de toute la chair consommable c'est-à-dire y compris les parties comestibles de la tête et des tentacules, ces rendements peuvent atteindre 75 à 78 %. Ils correspondent à ceux obtenus par les industriels d'Extrême-Orient. Par contre ces rendements peuvent tomber jusqu'à 50 % par suite de la présence d'œufs ou d'organes sexuels très développés.

Les teneurs en eau, en protéines, en matières grasses, en cendres, en azote non protéique et en glycogène ont été déterminées sur 9 échantillons de calmars, pêchés de mois en mois, entre décembre et août.

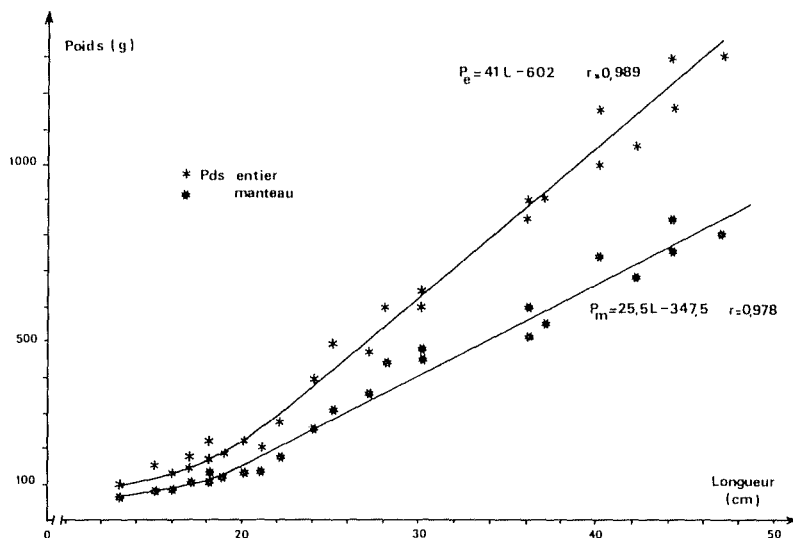


Fig. 2. - Relations taille - poids.

La composition semble être assez constante au cours des mois considérés (tabl. 1), et être caractérisée d'une part par une teneur assez élevée en eau qui est presque systématiquement supérieure à 80 %, d'autre part par une teneur en graisse très faible.

Mois	Eau %	Protéines %	Lipides %	Cendres %	N ₂ non protéique % NT	Glycogène mg/g
Décembre	80,56	16,3	1	1,86	29,4	12,0
Janvier	82,76	14,62	0,5	1,67	31,38	6,4
Février	80,70	16,16	1	1,77	33,77	4,5
Mars	83,55	14,06	0,61	0,91	34,65	2,0
Avril	82,08	15,25	0,38	1,45	30,3	2,1
Mai	80,43	16,54	0,50	1,55	32,5	9,5
Juin	80,87	16,50	0,40	2,2	33,1	4,0
Juillet	79,78	17,27	0,41	1,58	25,3	6
Août	80,70	16,30	0,35	1,72	29,2	4

Tabl. 1. - Variation de la composition chimique.

On note également des teneurs en composés azotés non protéiques assez élevées, beaucoup plus fortes que chez les poissons.

Il apparaît en outre (fig. 3) que les protéines participent à l'équilibre avec l'eau.

Enfin les mesures de glycogène confirment d'une part la teneur généralement supérieure en hiver, d'autre part la variation en raison inverse du taux d'hydratation.

3. Tests d'altération en glace.

L'évolution de la qualité du produit frais a été suivie par des mesures organoleptiques et chimiques, sur des calmars entreposés en glace fondante.

caract. note observé	10	9	8	7	6	5	4	3	2
couleur peau	brun à violet clair brillant	-	se décolore	-	décoloré	-	rose	-	rouge
adhérence peau	très bonne	-	ne s'enlève qu'aux endroits détachés adhérente autre part	-	se décolle avec difficulté	-	se décolle totalement et facilement	-	-
odeur générale	marine, sui generis	-	affaiblie	-	neutre	-	devient désagréable	-	altérée
couleur chair nageoire	blanc nacré brillant	blanc mat	taches jaunes	jaune étendu	rose	-	rouge	-	-
couleur chair manteau	blanc nacré brillant	blanc mat	blanc gris	-	taches jaunes	-	jaune étendu	rose	rouge
couleur chair extrém. tentac.	blanc	-	rose	-	rouge	-	-	-	-
fermeté chair	ferme	-	élastique	-	souple	-	mou	-	flasque
surface chair	lisse	-	lisse	-	légèrement granuleux sous la main	assez granuleux	faibles mucosités	-	mucus abondant

Notons que l'état du calmar cru peut varier quelque peu avec la saison et la méthode de pêche (état de la peau par exemple).

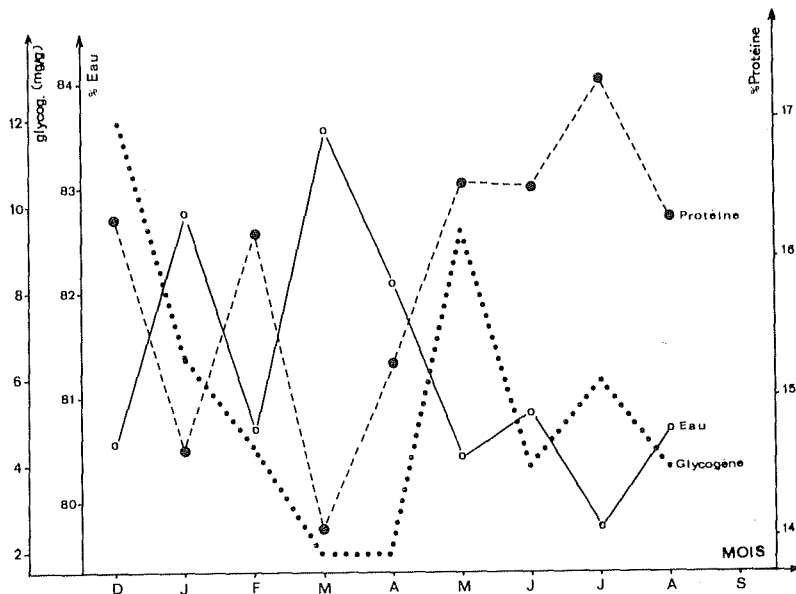


Fig. 3. - Variations des teneurs en eau, protéine et glycogène.

a) Cotation organoleptique.

Les examens organoleptiques ont été codifiés au moyen de deux tableaux de cotation, du même type que celui utilisé en France pour le poisson frais. L'un vaut pour le calmar cru, l'autre pour le calmar cuit (tabl. 2 et 3).

caract. observé \ note	10	8	6	4	2
odeur	agréable spécifique	affaiblie	neutre	désagréable	altérée
saveur	"	"	"	"	"
texture à la mastication	ferme mais croquant	ferme	un peu résistant	caoutchout. élastique	-
couleur de l'exsudat	incolore	jaune pâle	jaune rosé	rose	rouge
fermeté tissu (écrasement entre les doigts)	ferme résiste bien	-	s'écrase un peu	mou	-

Tabl. 3. - Examen organoleptique après cuisson.

La cuisson a été effectuée selon une des méthodes préconisées dans les projets de normes du Codex alimentaire : cuisson en sachet plastique scellé, immergé en eau bouillante jusqu'à ce que la température interne atteigne 70°C.

Dans le tableau 2, nous n'avons pas pris en considération certains critères tels que la rupture de la poche d'encre ou de tentacules, l'allongement de la masse viscérale, parce qu'ils sont trop sujets à variation selon les techniques de pêche.

Il faut en outre signaler, au sujet du tableau 3, que si le calmar est cuit avec la peau, les critères de couleur de l'exsudat varient en sens inverse, cette couleur allant du rougeâtre au rose, au décoloré puis au jaune.

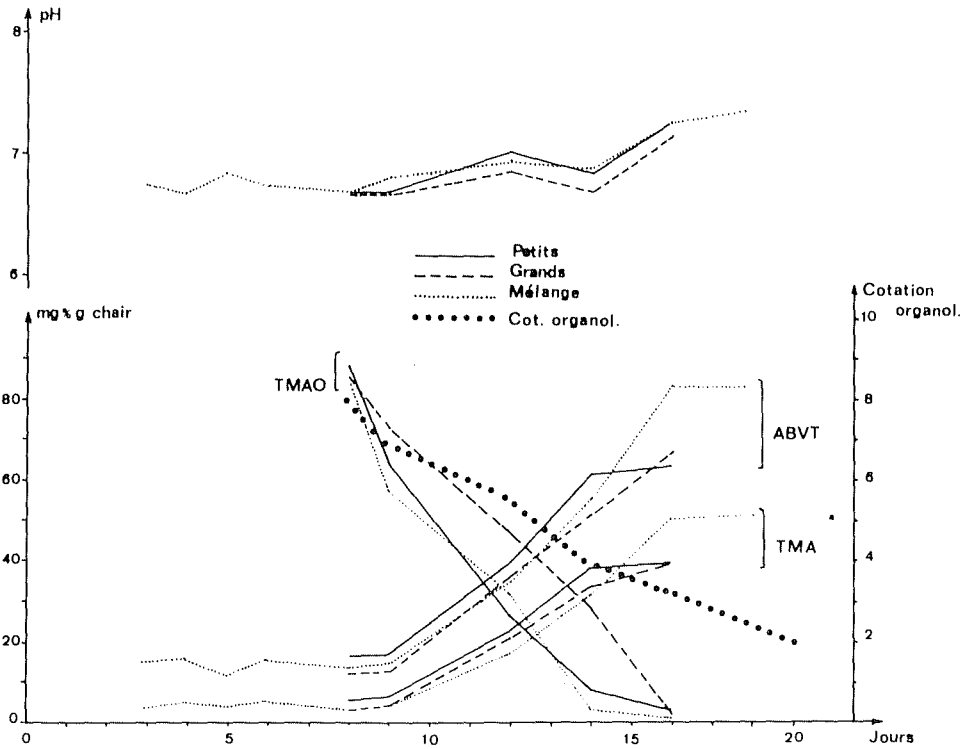


Fig. 5. - Altération de calmars non vidés.

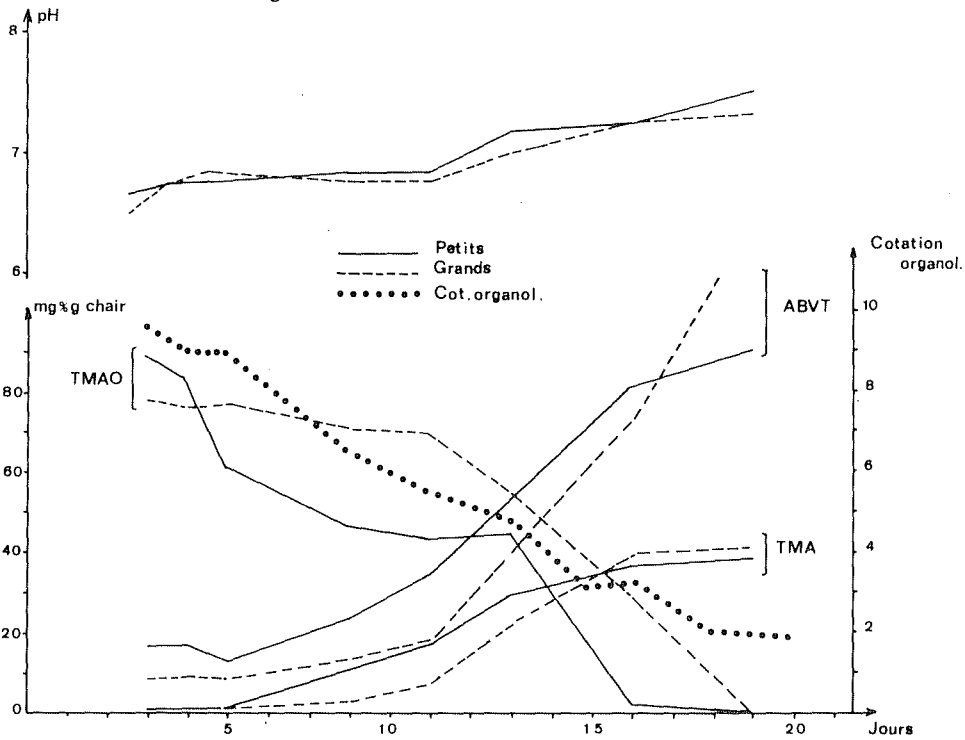


Fig. 6. - Altération de calmars vidés.

b) Tests chimiques.

L'altération des produits carnés se produit selon deux processus, enzymatique et bactérien, qu'il est important de connaître. On sait que lorsque l'on congèle sitôt la pêche, la connaissance de la vitesse de dégradation enzymatique est primordiale, alors que lors d'une conservation en glace, l'altération bactérienne devient prédominante.

Des déterminations du rapport K représentant la dégradation des nucléotides ont été effectués et n'ont pas donné les résultats escomptés. Il semble que la variation de ce facteur soit très rapide, et que dès le troisième jour après la capture, on ait atteint un palier ($t = 3 \text{ j} : K = 50$; $t = 18 \text{ j} : K = 72$) (fig. 4).

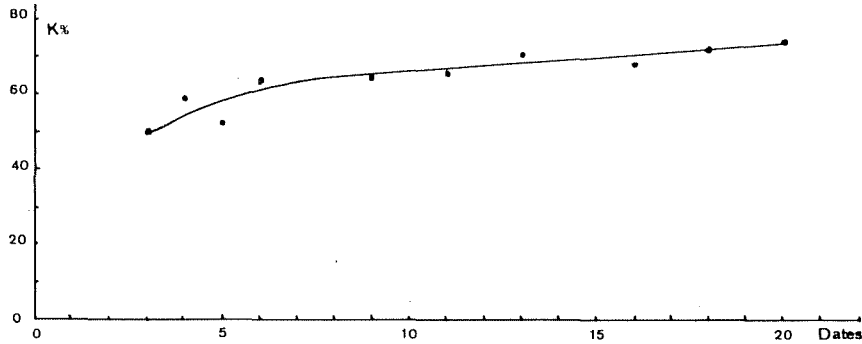


Fig. 4. - Evolution du rapport K.

Les tests chimiques retenus ont été la mesure du pH, et celles de l'ABVT, de la TMA et du TMAO. Les dosages ont été effectués selon les méthodes utilisées couramment au laboratoire central de contrôle. Les essais ont été faits sur des calmars entiers et vidés, afin d'estimer l'augmentation éventuelle de durée de conservation, apportée par une éviscération à bord. Une comparaison a été également faite entre deux groupes de calmar classés selon leurs tailles.

Jours		0 - 8	10	11	12
Vidé	ABVT	10 - 20	30	35	40
	TMA	10	10	15	20
	Organolept.	9 - 7	6	6	5
Non vidé	ABVT	20	25	30	40
	TMA	5 - 10	10	15	20
	Organolept.	8	6,5	5,5	5

Tabl. 4. - Altération-comparée de calmars, vidés ou non.

Les résultats sont représentés sur les figures 5 et 6.

D'après les résultats des tests, la limite d'acceptabilité semble se situer entre 10 et 12 jours, ce qui correspond à des teneurs en ABVT comprises entre 30 et 40 mg % g de chair, et à un indice d'altération compris entre 5 et 6. Jusqu'au 9ème jour, l'indice organoleptique reste supérieur à 7 et le taux d'ABVT inférieur à 20 mg % g.

On peut ainsi définir les catégories suivantes.

10 - 9 : très bon, 8 - 7 : bon, 6 : moyen, 5 : limite de consommation en frais.

Il ne semble pas y avoir de différence notable entre calmars entiers et calmars vidés. En effet les rapports entre TMA, ABVT et indices organoleptiques en fonction du temps sont sensiblement les mêmes (tabl. 4).

Dans les deux cas, et comme on pouvait s'y attendre, les calmars de petite taille s'altèrent plus vite que les grands. Pour les calmars entiers, l'écart est d'environ 5 mg % g d'ABVT tout le long de la durée de l'essai. Chez les calmars vidés cependant, cette différence est plus sensible, l'écart étant de 10 mg % g.

4. Essais de pelage.

Lors d'une transformation ultérieure des calmars (conservation, séchage, fumage), une des premières opérations devra être le pelage. Nous avons tenté de déterminer la ou les méthodes les plus aisées pour faciliter cette opération.

En effet, la peau du céphalopode est constituée de 4 couches superposées et s'il est assez facile d'ôter les deux premières, un pelage total est souvent difficile. Sous l'action de la chaleur, il se produit une destruction du tissu conjonctif avec élimination d'eau et création d'interstices entre les différentes couches. C'est pourquoi les Japonais préconisent, entre autres méthodes, l'immersion en eau chaude.

Température	40°C			50°C			60°C		
Durée (mn)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Eau douce	1	3	4	4	5	6	6	5	5
Saumure 5 % (S 5)	3	4	5	6	6	6	6	5	5
Saumure 10 % (S 10)	4	5	6	6	6	6	6	5	5

Tabl. 5. - Tests de pelage de calmar.

Nous avons effectué plusieurs essais, en saumure légère ou en eau douce, à diverses températures et pendant diverses durées. Les résultats figurent dans le tableau 5.

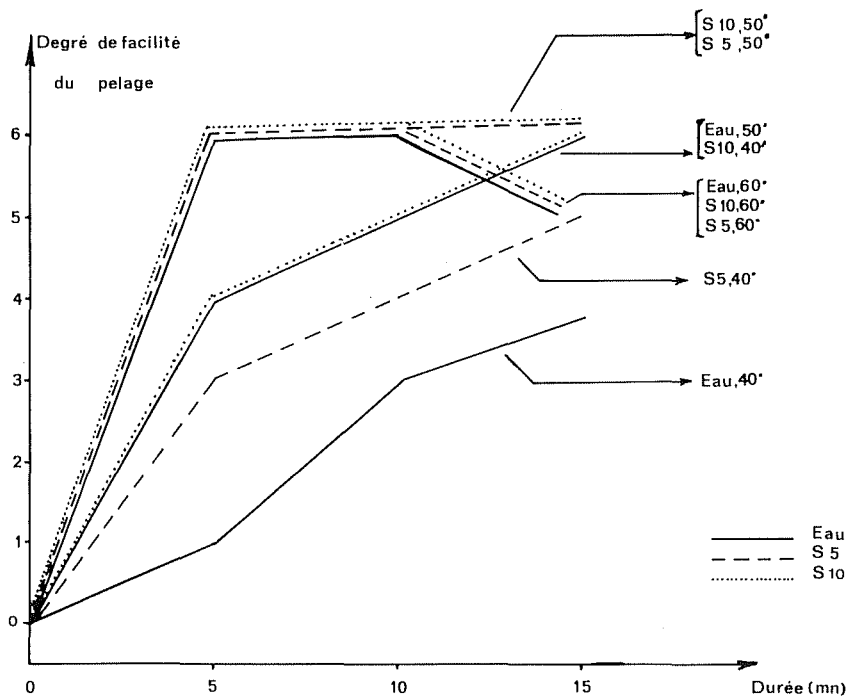


Fig. 7. - Tests de pelage.

Les chiffres figurant dans le tableau correspondent au degré de facilité du pelage, la graduation dans le sens d'une facilité croissante allant de 0 à 6 (0 = très difficile ; 6 = très facile) ; ces résultats sont représentés également sur la figure 7.

Il ressort de ces essais que le pelage des calmars se fait dans les meilleures conditions après 10 à 15 mn en eau douce à 50°C ou en saumure à 50°C.

Au-delà de 5 mn à 60°C, on observe un début de cuisson superficielle et une coagulation de la dernière couche cutanée qui rend le pelage plus délicat. Notons enfin que si les calmars sont agités dans le milieu, le pelage peut s'effectuer en grande partie seul, la peau se détachant au cours de l'agitation des calmars les uns contre les autres.

5. Congélation et décongélation.

Des essais de congélation et de décongélation ont été faits. Nous avons travaillé sur des blocs parallélépipédiques de 38,5 × 22,5 × 6,5 cm contenus dans des bacs en aluminium.

Les blocs ont été congelés en tunnel à air pulsé, à -30°C et -35°C, ainsi que par contact, en congélateur à plaques horizontales, à -40°C.

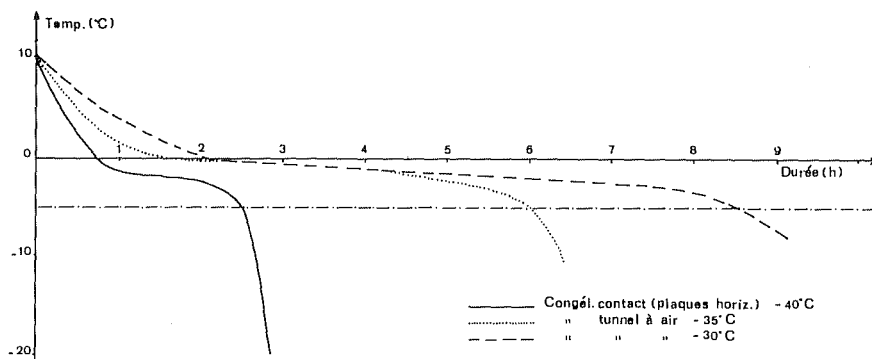


Fig. 8. - Congélation en tunnel et par contact.

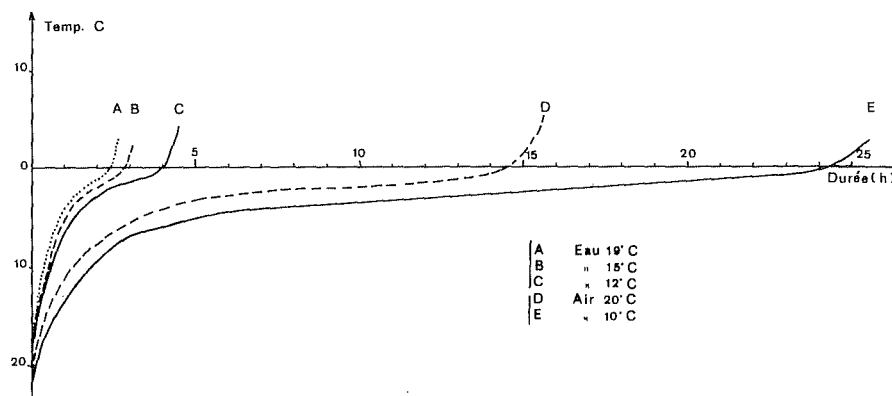


Fig. 9. - Décongélation en eau et en air.

Les résultats sont portés sur la figure 8. On remarque que le temps d'arrêt thermique (palier entre 0 et -5°C) est 3 à 4 fois plus long dans l'air que lors de la congélation par contact. En outre, lors de la congélation dans l'air, un écart de température de congélation de 5°C (passage de -35 à -30°C) augmente la durée du palier de 50 %.

L'avantage du système de congélation rapide, outre le gain de temps, est la formation de microcristaux de glace, donc une meilleure qualité du produit.

Les décongélation ont été effectuées en air calme, régulé à +10 et +20°C, et en eau douce à +12, +15 et +19°C.

Les résultats obtenus (fig. 9) montrent la grande différence entre les deux modes de décongélation, les durées étant de quatre à six fois plus importantes dans l'air que dans l'eau.

D'un point de vue pratique, la décongélation à l'air est la plus simple mais nécessite environ 24 h pour des blocs de 6,5 cm d'épaisseur. Une décongélation à l'eau peut par contre permettre d'effectuer cette opération et une transformation ultérieure dans la même journée.

6. Etude des microstructures.

Les structures des produits congelés et décongelés ont été examinées en comparaison avec le muscle frais.

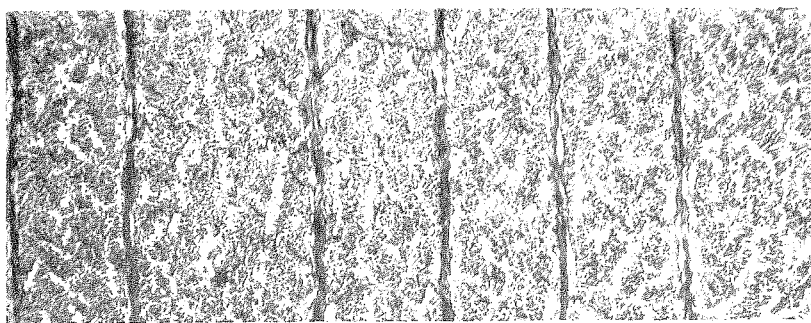


Fig. 10. - Coupe longitudinale d'échantillon de calmar congelé par contact à -40°C et décongelé dans l'eau.

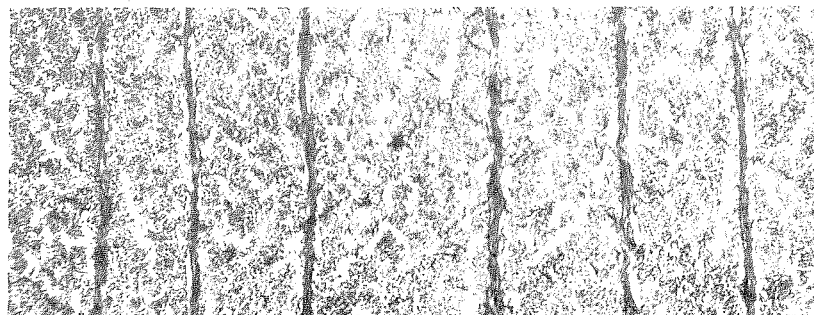


Fig. 11. - Coupe longitudinale d'échantillon de calmar congelé par contact à -40° et décongelé dans l'air à $+10^{\circ}$.

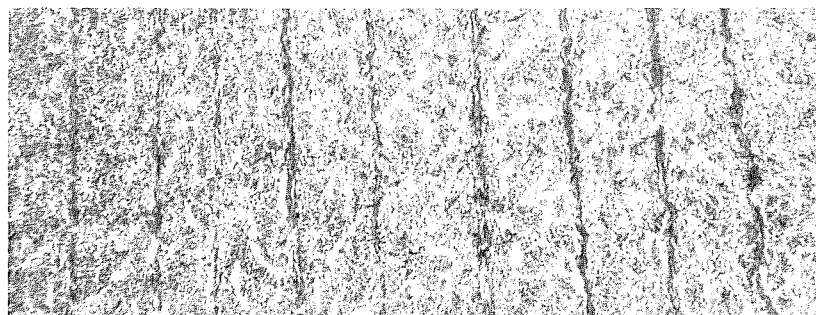


Fig. 12. - Coupe longitudinale d'échantillon de calmar congelé par contact à -40°C et décongelé dans l'air à $+20^{\circ}\text{C}$.

Les préparations ont été effectuées selon les techniques habituelles de l'histologie. Après prélèvement et fixation au Carnoy II, les échantillons sont déshydratés à l'alcool absolu puis coupés au microtome. Après une coloration de Mallory, les examens sont faits au microscope, au grossissement $\times 60$.

L'examen microscopique des produits décongelés montre, notamment sur les coupes longitudinales, que pour un produit congelé donné, la structure est sensiblement la même, quelle que soit la technique de décongélation (fig. 10, 11 et 12).

Nous avons également noté que les structures superficielles sont plus proches de la structure du produit frais que les structures profondes. Ceci est dû au fait que les parties externes sont congelées puis décongelées beaucoup plus rapidement.

Cependant on remarque que les structures les moins dénaturées sont obtenues sur les prélèvements de surface d'échantillons congelés en tunnel à -35°C , quelle que soit la décongélation, dont les meilleurs résultats sont obtenus à partir de l'eau ou de l'air à $+20^{\circ}\text{C}$.

Conclusion.

Ces essais préliminaires nous ont permis de mieux connaître une matière première ayant un grand potentiel d'utilisation et que l'on peut pêcher en abondance dans les zones traditionnelles de pêche française.

La durée de conservation en frais a été étudiée et estimée à 11 à 12 jours, en glace fondante. Ces essais nous ont amenés à établir un tableau de cotation organoleptique particulier à cette espèce.

Les rendements en chair consommable se situent entre 60 et 65 % pour le manteau et 75 % environ si l'on y inclue la tête et les tentacules, à l'exception du bec et des yeux.

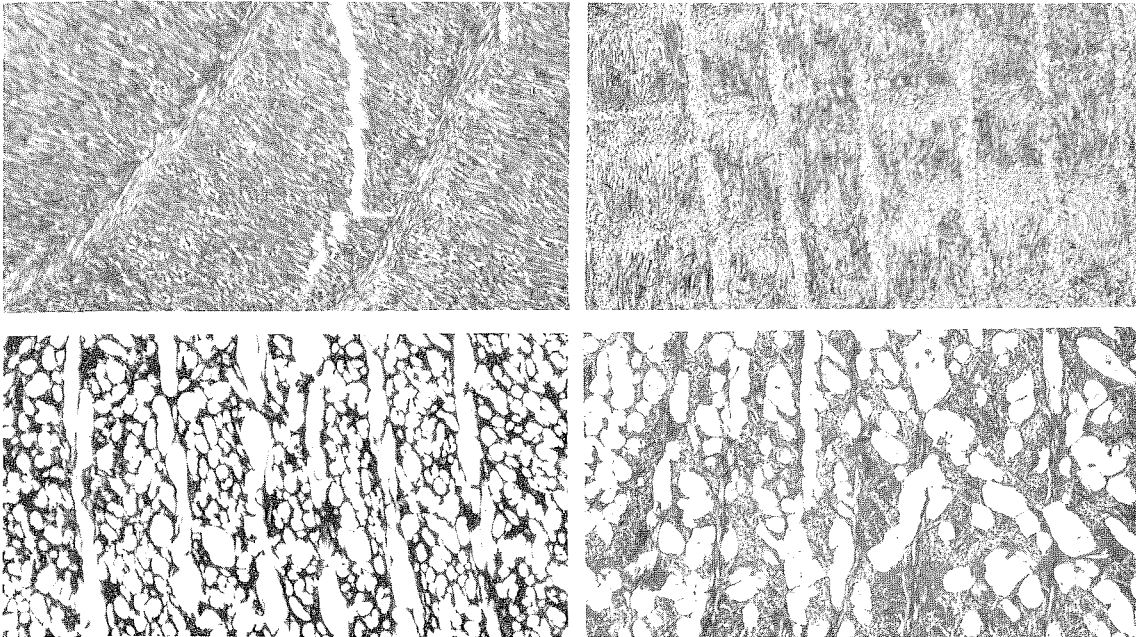


Fig. 13. (En haut, à gauche) - Coupe transversale de calmar frais.

Fig. 14. (En haut, à droite) - Coupe longitudinale de calmar frais.

Fig. 15. (En bas, à gauche) - Coupe longitudinal de calmar congelé par contact à -40°C .

Fig. 16. (En bas, à droite) - Coupe longitudinale de calmar congelé en tunnel à -35°C .

Le calmar peut être pelé aisément par immersion en eau ou en saumure à 50°C pendant 10 mn.

Les examens de structures sur produits congelés et décongelés montrent que si le produit congelé par contact est le moins dénaturé, c'est le produit décongelé à l'air à $+20^{\circ}\text{C}$ à partir de blocs congelés à l'air pulsé qui garde la structure la plus proche du produit frais si l'on se réfère à l'examen des couches superficielles.

La structure du manteau de calmar frais (fig. 13 et 14) montre des systèmes musculaires imbriqués perpendiculairement l'un à l'autre, l'un longitudinal, l'autre circulaire.

L'étude de la structure des produits après congélation (fig. 15 et 16) fait apparaître chez les calmars congelés par contact à -40°C des cristaux plus petits et plus nombreux que pour la congélation en tunnel, avec une nette orientation selon le sens des fibres musculaires. Ceci est plus net sur les coupes longitudinales, et montre à l'évidence que la congélation par contact donne un produit relativement proche du calmar frais.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Briantais (A.)**, 1974. - L'exploitation des céphalopodes. - *La Pêche maritime*, n° 1150.
- Fieger (E.A.) et Novak (A.F.)**, 1961. - Microbiology of shellfish deterioration. - *Fish as food*, 1, G. Borgstrøm Edit., Acad. Press.
- Gillies (M.T.)**, 1975. - Fish and shellfish processing, Noyes Data Corp.
- Kawata (A.) et Takahashi (T.)**, 1955. - Studies on utilization of cuttle-fish. - *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 20, p. 888.
- Matsumoto (J.J.)**, 1958. - Protein composition of squid muscle. - *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 24, p. 133.
- Mesnil (B.)**, 1977. - L'exploitation des céphalopodes. Situation et perspectives. - *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 265.
- Soudan (F.)**, 1965. - La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques. - Paris, J.B. Baillière et fils Edit.
- Takahashi (T.)**, 1973. - Utilization of squid as food. - *Techn. Conf. on Fish Products*, Doc. E.14, F.A.O., Tokyo.
- Takahashi (T.O.)**, 1965. - Squid meat and its processing. - *Fish as food*, 4, G. Borgstrøm Edit., Acad. Press.
- Tanikawa (E.)**, 1971. - Marine Products in Japan. - Koseisha Koseikaku Co.
- Fraga (F.)**, 1956. - Determinacion de glucogeno en moluscos con el reactivo de antrona. - *Invest. Pesq.*, 3 - 4, p. 69.