

La fabrication de moules farcies

Aspects technologiques et bactériologiques – Etude d'un cas réel

par M. DHERBOMEZ*, J.L. LACRAMPE*, L. HAN-CHING**
(avec la participation technique de T. GERY)

* Laboratoire de Biochimie et Microbiologie appliquées. I.U.T.
La Rochelle.

** I.S.T.P.M. BP 1049 44037 Nantes Cedex.

~ Les mollusques exploités commercialement se divisent en trois classes : les pélecypodes ou mollusques bivalves, les gastéropodes et les céphalopodes. Ils présentent un intérêt économique appréciable par la diversité des espèces existantes ainsi que par leurs possibilités de conservation. La majorité des travaux réalisés à ce jour se rapportent aux mollusques bivalves (Hansen et Aagaard, 1969) et concernent les huîtres (Crépey et Han-Ching, 1975), les huîtres congelées sous diverses formes aux U.S.A. (Mc Kee et Lynne, 1963) et au Japon (Anon., 1960) ainsi que les moules en Europe (Banks et House, 1958) et (Rietz et Wanderstock, 1965).

En France, où la production de coquillages a atteint 206 300 tonnes en 1980 (Comité Central des Pêches Maritimes) dont 172 000 t pour les huîtres et les moules, la majorité d'entre eux ne subissent habituellement aucune transformation ni traitement de conservation. Des contrats ont été accordés par la Délégation générale à la recherche scientifique et technique pour étudier la transformation et la conservation de ces produits de même que pour promouvoir leur commercialisation. _

Dans les zones où leur culture existe, la transformation des huîtres, des moules ou des coques peut présenter un intérêt évident pour la diversification des produits et l'implantation d'entreprises régionales. La réputation gastronomique de certaines régions comme la région charentaise, contribue en outre à créer une demande sur le marché de spécialités préparées de qualité.

La nécessité de présenter aux consommateurs des plats élaborés a donc amené certains industriels à s'intéresser à l'aspect organoleptique et hygiénique en vue d'améliorer leurs produits. C'est dans cette optique qu'est née une collaboration entre le laboratoire de Biochimie et Microbiologie appliquée de l'Institut universitaire de Technologie de La Rochelle et le département Valorisation des produits de l'ISTPM. Une étude bactériologique a été réalisée sur une chaîne de préparation de moules farcies d'une entreprise régionale. La fabrication de ce type de plat exige plusieurs opérations non mécanisées et une main d'œuvre importante, tant du point de vue de la préparation des moules, que de leur décoquillage et de la mise en place de la farce. Ces diverses opérations entraînent des contaminations et l'industriel transformateur doit connaître leur incidence sur la qualité finale du produit.

Processus de fabrication et points de contrôle (fig. 1)

En raison des points de contrôle choisis, nous avons voulu mettre en évidence l'influence des étapes qui nous semblent les plus importantes, à savoir :

- temps d'attente après ouverture à l'eau chaude,
- temps d'attente coquille ouverte,
- temps d'attente à l'état farci,
- contamination de la farce fraîchement préparée.

Nous avons tenu compte des temps limites réels observés en usine pour chaque stade (fig. 2). Lors des échantillonnages les moules étaient conditionnées en sachets sous vide au nombre de 6 puis congelées, sitôt après. Chacun des échantillonnages a donné lieu à 4 prises d'essais destinées à permettre une étude statistique des résultats en ce qui concerne les germes les plus importants du point de vue hygiénique et technologique. Compte tenu de l'action bactériostatique et bactéricide de l'entreposage à l'état congelé, les échantillons ont été analysés après 6 semaines de stockage à - 20°C.

L'influence du temps d'attente sur la contamination bactériologique des coquillages a donc été étudiée :

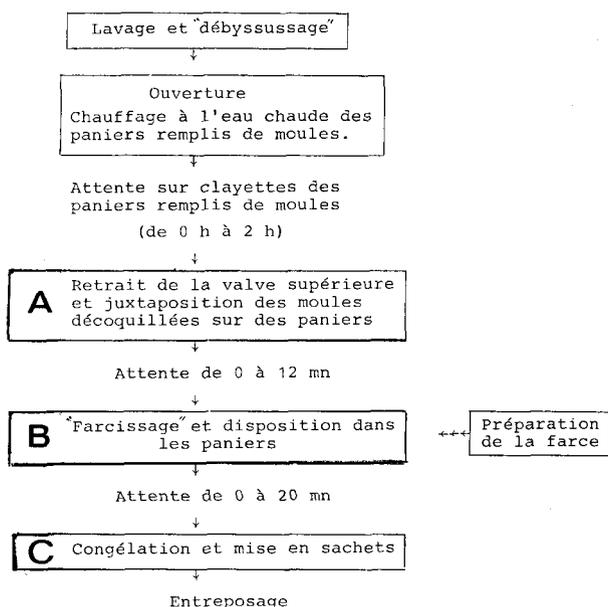


Fig. 1 - Processus de fabrication des moules farcies et points de contrôle choisis.

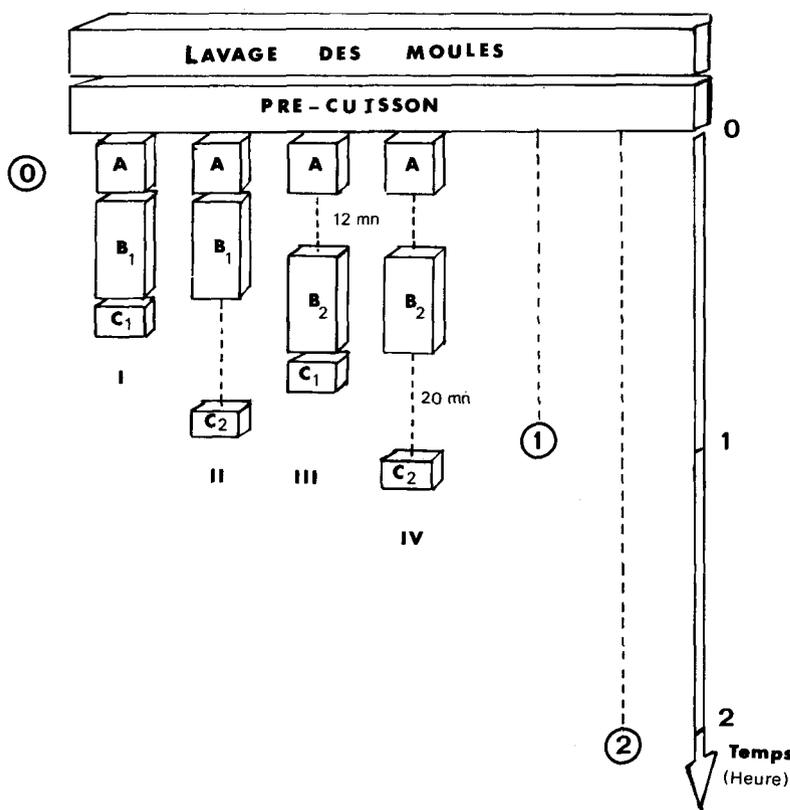


Fig. 2 - Schéma des prélèvements adoptés, compte tenu des durées limites observées en usine pour chaque opération, au temps T_0 (sitôt la pré-cuisson)
 I : les opérations A.B.C sont réalisées successivement ;
 II : le temps d'attente des moules farcies est max. 20 mn avant congélation ;
 III : le temps d'attente des moules dont la valve supérieure a été ôtée est max. 12 mn avant qu'elles soient farcies ;
 IV : le temps d'attente entre chaque opération est respectivement 12 mn puis 20 mn.
 Les mêmes essais I, II, III et IV sont réalisés en 1 (1 heure après la pré-cuisson) et 2 (2 heures après la pré-cuisson)

- entre la pré-cuisson et A (retrait de la valve supérieure des moules)
 $T_0 = 0 ; T_1 = 1 \text{ heure} ; T_2 = 2 \text{ heures}$
- entre A et B (mise en place de la farce)
 $TB_1 = 0 ; TB_2 = 12 \text{ mn}$
- entre B et C (congélation)
 $TC_1 = 0 ; TC_2 = 20 \text{ mn}$

ainsi que l'influence de l'apport de germes dû à la farce

Le choix des temps indiqués ci-dessus pour effectuer les prélèvements a été déterminé en fonction des impératifs de fabrication. Les résultats obtenus nous ont permis de faire une étude statistique en utilisant la méthode de l'analyse de variance à plusieurs dimensions. Les moyennes des résultats pour chacun des paramètres mentionnés ci-dessus sont regroupées dans le tableau 1.

Schéma d'analyse et milieu de culture

Les individus (moule + farce : 15 g) sont prélevés aseptiquement et placés en ballon stérile ; ils sont dilués au 1/4 à l'aide de tryptone-sel stérile et l'ensemble est ensuite immergé dans un bain-marie à 37°C pendant 1/4 d'heure. Après homogénéisation aseptique pendant 5 mn, la solution est mise au repos (15 mn).

Les prélèvements sont ensuite effectués afin de dénombrer :

- les germes mésophiles totaux en gélose nutritive à 3 % de NaCl (milieu Institut Pasteur) ; incubation à 30°C pendant 72 h ;
- les coliformes par la méthode de Mc Crady à l'aide de 2 séries de tubes de bouillon bilié, lactosé au vert brillant (milieu Institut Pasteur) incubés à 30°C (48 h) (Mc Kenzie, 1948).

Ce dénombrement est suivi de la recherche systématique d'*Escherichia coli* à l'aide d'isollements sur milieu à l'éosine bleu de méthylène (E.M.B. Institut Pasteur) et du test de Mc Kenzie :

- les staphylocoques présumés pathogènes en milieu de Baird-Parker (Institut Pasteur) incubés à 37°C pendant 48 h ; Baird-Parker, 1962) et (Smith et Baird-Parker, 1964) ;
- les germes psychrophiles en gélose nutritive à 3 % de NaCl et incubation à 8°C pendant 30 jours ;
- les *Bacillus* (après chauffage des tubes de suspension à 85°C pendant 10 mn) en gélose nutritive à 3 % de NaCl et incubation à 30°C pendant 72 h.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, notre étude consiste à étudier les paramètres suivants :

Influence du temps d'attente après traitement à la chaleur (tabl. 2)

Germes mésophiles totaux et Bacillus : dans les conditions opératoires on constate une diminution très significative (risque de 1 %) et significative (risque de 5 %) des germes totaux mésophiles et des *Bacillus* respectivement. Elle peut s'expliquer par l'effet létal de la chaleur, la température étant maintenue élevée à cause d'une certaine inertie dans la déperdition de chaleur. Cette action se poursuit au cours du refroidissement à température ambiante pendant un certain temps. On constate alors une chute du nombre de germes due à la destruction des for-

mes végétales. Cette diminution de population n'est pas compensée semble-t-il par la germination des formes sporulées au cours de cette phase de la fabrication, compte tenu de sa courte durée.

Staphylocoques et coliformes : pour ces deux types de germes, l'augmentation de la population est significative au risque de 5 % (staphylocoques) et 1 % (coliformes).

Ce résultat en apparence contradictoire, peut s'expliquer par l'apport d'une contamination extérieure. La même constatation a déjà été faite (Crépey et Han-Ching, 1978) lors de la récupération manuelle de la chair des coquilles après ouverture.

Psychrophiles : aucune influence significative n'a été mise en évidence.

| ECHANTILLONS (TEMPS) MICROORGANISMES | T ₀ | | | | T ₁ | | | | T ₂ | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | T _{B1} | | T _{B2} | | T _{B1} | | T _{B2} | | T _{B1} | | T _{B2} | |
| | T _{C1} | T _{C2} |
| Mésophiles totaux | 5,66 | 5,60 | 5,68 | 5,80 | 5,635 | 5,65 | 5,555 | 5,58 | 5,62 | 5,52 | 5,60 | 5,62 |
| Entérobactéries Coliformes | 2,69 | 2,62 | 2,69 | 2,37 | 2,285 | 2,515 | 2,25 | 1,935 | 3,83 | 3,095 | 2,81 | 4,1 |
| Bacillus | 4,785 | 4,90 | 5,16 | 5,435 | 5,17 | 5,23 | 5,20 | 4,925 | 4,935 | 4,815 | 5,02 | 4,59 |
| Staphylocoques | 1,41 | 1,675 | 1,635 | 1,86 | 1,965 | 1,28 | 2,06 | 2,21 | 2,28 | 2,17 | 2,09 | 2,285 |
| Psychrophiles | 4,92 | 4,58 | 4,70 | 4,93 | 4,53 | 4,745 | 4,732 | 4,53 | 4,725 | 4,66 | 4,66 | 3,845 |

Tabl. 1 - Moyenne des résultats en logarithme décimal des 4 prélèvements dans chaque cas considéré.

| INFLUENCE MICRO-ORGANISMES | 1 Temps d'attente après traitement à la chaleur (durée maxi : 2 heures) | 2 Temps d'attente coquille ouverte (durée maxi : 12 mn) | Interaction 1 et 2 | 3 Temps d'attente à l'état farci (durée maxi : 20 mn) |
|-------------------------------|--|--|-----------------------|--|
| Mésophiles totaux | ** ↘ (F' = 5,74) | NS (F' = 0,77) | * (F' = 3,50) | NS (F' = 0,77) |
| Coliformes | ** ↗ (F' = 9,78) | NS (F' = 0,41) | NS (F' = 0,18) | NS (F' = 0,01) |
| Staphylocoques | * ↗ (F' = 4,97) | NS (F' = 2,53) | NS (F' = 1,15) | NS (F' = 0,09) |
| Psychrophiles | NS (F' = 2,52) | NS (F' = 1,29) | NS (F' = 2,04) | NS (F' = 2,08) |
| Bacillus | * ↘ (F' = 3,26) | NS (F' = 0,73) | * (F' = 4,13) | NS (F' = 0,42) |

Tabl. 2 - Influence des diverses périodes d'attente dans le processus de fabrication des moules farcies sur l'évolution des micro-organismes exprimée sous forme de rapport de variances F' (↗ augmentation, ↘ diminution, NS : non significatif, * significatif (risque 5 %), ** très significatif (risque 1 %)).

Influence du temps d'attente coquille ouverte

Aucune influence significative n'a pu être mise en évidence à cause de la brièveté (12 mn) de cette phase de la fabrication. L'interaction avec l'étape précédente (mise en place de la farce est par contre significative au risque de 5 % pour les germes totaux et les Bacillus.

A la sortie des paniers de la cuve d'eau chaude, la température des moules entrouvertes (au temps T_0) reste assez élevée avant de diminuer de façon très progressive jusqu'au temps T_2 . En revanche lorsqu'elles ont été entrouvertes manuellement puis positionnées une à une sur les clayettes, la température, au contraire chute rapidement (temps T_0). On atteint alors très vite la zone optimale de développement des germes thermophiles d'abord puis des mésophiles ; cela se traduit par un léger accroissement du nombre de germes pour les moules fraîchement décoquillées. Cet écart de température tend à disparaître pour des temps plus longs (T_1 , T_2) pour lesquels il semble que les formes végétatives ont été détruites en grande partie et que les formes sporulées n'ont pas eu le temps de germer.

Influence de l'attente à l'état farci et de la contamination de la farce

Aucune influence significative n'a pu être mise en évidence pour cette phase de la fabrication dont la durée (20 mn seulement) est comparable à celle de l'étape précédente. Par contre, la farce, même fraîchement préparée, joue un rôle très important dans la qualité bactériologique du produit final (tabl. 3) puisqu'elle se révèle être plus contaminée que les moules farcies sauf dans le cas, des staphylocoques pour lesquels un apport d'origine extérieure semble se confirmer.

| | Contamination moyenne de la farce fraîche | Contamination moyenne des moules farcies |
|-------------------|---|--|
| Mésophiles totaux | 5.85 | 5.63 |
| Coliformes | 2.98 | 2.77 |
| Bacillus | 5.35 | 5.01 |
| Staphylocoques | 1.75 | 1.91 |
| Psychrophiles | 4.92 | 4.63 |

Tabl. 3 - Qualité bactériologique du produit final (logarithme décimal).

A la lumière des résultats obtenus, on peut penser que durant le processus de fabrication il y a interférence de plusieurs phénomènes dont les effets se superposent parfois contradictoirement. Il ressort toutefois de cette étude que : la farce joue un rôle primordial dans la qualité bactériologique du produit final et seul le temps d'attente des moules après ouverture à l'eau chaude contribue pour une faible part à la destruction de la flore présente compte tenu des temps réels considérés au cours de la fabrication.

BIBLIOGRAPHIE

- Anon. 1960. - Nichiro enters oysters industry with world's most modern plant. - *Pacif. Fish.*, 58, (10) : 9-15.
- Baird-Parker (A.C.), 1962. - An improved diagnostic and selective medium for isolating coagulase positive *Staphylococci*. *J. appl. Bact.*, 25 : 12-19
- Banks (A.) et House (C.T.), 1958. - The freezing and cooled storage of mussels. - *Mod. Refrig.*, 61 (724) : 686.
- CCPM, 1981. - Rapport sur la production de l'industrie des pêches maritimes en 1980.
- Crépey (J.R.) et Han-Ching (L.), 1975. - Conservation des huîtres par le froid. *Haliotis*, 5 : 97-106.
- Crépey (J.R.) et Han-Ching (L.), 1978. - Congélation des mollusques et crustacés. Plats cuisinés. - Rapport scientifique final GDRST, avril 1978.
- Hansen (P.) et Aagaard (Y.), 1969. - Freezing of shellfish. - In : « Freezing and Irradiation of fish » éd. R. KREUZER. Fishing News, Book Ltd. FAO : 147-158.
- McKee et Lynne (G.), 1963. - The oyster, clam, scallop and abalone fisheries. - In : « Industrial Fishery Technology », ed. M.E. STAMBY, Reinhold Publishing Corporation, New York, Chap. 13.
- Mc Kenzie (E.F.W.), Taylor (E.) et Gilbert (W.), 1948. - Recent experiment in the rapid identification of *Bacterium coli* type I. - *J. Gen. Microbiol.*, 2 : 197-204.
- Rietz (C.A.) et Wanderstock (Y.Y.), 1965. - A guide to the selection combination and cooking of foods., 2, chap. 37.
- Smith (B.A.) et Baird-Parker (A.C.), 1964. - The use of sulphamethazine for inhibiting *Proteus* spp on Baird-Parker's isolation medium for *Staphylococcus aureus*. - *J. appl. Bact.*, 27 : 78-82.
- Stamby (M.W.), Tottinger (S.R.) et Miyauchi (D.T.), 1956. - Fishery Leaflet, n° 429, 65 p.