

LES ABATS : DES PRODUITS BACTÉRIOLOGIQUEMENT FRAGILES

Les abats constituent un groupe de produits carnés hétérogènes et fragiles d'un point de vue bactériologique (Frescia, 1992 - Chevillon, 1998). Afin de favoriser la valorisation, leur commercialisation et leur consommation, plusieurs travaux ont eu pour but d'étudier la microbiologie des abats ou de tester de nouveaux modes de conservation.

Différents modes de conditionnement tels que l'atmosphère modifiée (Legrand, 1994), l'enrobage (Pezan, 1991), la décontamination par ionisation (Frescia, 1992), la pulvérisation d'acide lactique (Dept of Food Hygiene, Oslo, Norway, 1988), la pasteurisation de surface ou le refroidissement sous vide (Food group Symposium, London 9th March, 1997) ont été mis au point.

Malgré leur efficacité, ces traitements décontaminants peuvent avoir l'inconvénient de détériorer l'aspect visuel du produit.

Cette étude a pour but d'accroître la compréhension de la contamination initiale afin de mieux maîtriser la contamination finale des produits. Elle a été conduite en parallèle par deux centres techniques : l'Institut de l'Élevage pour le foie de bœuf et l'ADIV pour la langue de bœuf. La suite de cet article ne concerne que les résultats obtenus sur la langue de bœuf.

Le déroulement de ce travail était organisé en deux étapes. La première a consisté à évaluer la contamination initiale de la langue de bœuf et la deuxième à étudier le vieillissement des langues de bœuf provenant d'origines différentes et soumises à différentes conditions de stockage.

Durée de vie de la langue de bœuf

Fort impact de la contamination initiale

Quoique difficile à prévoir en raison de sa forte variabilité selon l'origine et le pré-conditionnement du produit, la contamination initiale de la langue de bœuf constitue un facteur déterminant de la contamination finale. La maîtrise de la température et le conditionnement sous atmosphère sont les points essentiels pour assurer une bonne conservation de la langue de bœuf. Dans tous les cas, les critères du Journal Officiel sont peu adaptés aux abats en raison de leur flore totale abondante pour déterminer une DLC objective.

Science et technique

KERDRAON C., THOMAS E.

ADIV
2 rue Chappe
63039 CLERMONT-FERRAND Cedex 2



PROTOCOLE

Le protocole de la première étape a consisté à prélever 50 langues dans 10 ateliers répartis sur différentes zones géographiques et utilisant différents systèmes d'approvisionnement :

- langues provenant uniquement d'un abattoir situé à proximité et prélevées nues en fin d'abattage;
- langues d'importation, conditionnées le plus souvent sous-vide;
- langues provenant des 2 origines citées ci-dessus ou d'un autre site en France, conditionnées nues ou sous - vide.

Le protocole de la deuxième étape a été conduit selon un schéma construit selon trois niveaux de contamination initiale en intervenant sur le mode de conditionnement et la température de stockage :

FIGURE 1 : 20 MANIPULATIONS



Schéma des manipulations

Les langues conditionnées sous vide sont stockées pendant 10 jours à 3 °C avant d'être déconditionnées puis découpées et reconditionnées sous film et sous atmosphère.

Chaque point de mesure a fait l'objet de 4 répétitions qui correspondent à 4 langues différentes afin de limiter la variation inter-échantillon.

Le conditionnement sous atmosphère a été réalisé avec un mélange gazeux 80 % d'O₂ et 20 % de CO₂.

Les unités conditionnées sous film ont été stockées 7 jours à 3 °C ou 7 °C. Elles ont été analysées à J0 et J3. Les unités conditionnées sous atmosphère ont été stockées 14 jours à 3 °C ou 7 °C. Elles ont été analysées à J0, J3, J7, J9 et J14.

MÉTHODES

Les produits ont été analysés à cœur et en surface selon les méthodes préconisées par les normes Afnor suivantes :

TABLEAU 1 : 12 MÉTHODES POUR LE DÉNOMBREMENT DES FLORES

Flore	Méthode	Complète/partielle
Flore totale à 30 °C	NFV08051	C
Coliformes fécaux ou Thermotolérants	NV08060	C
Staphylocoques à coagulase positive	NFV080571	C.P
E. coli, glucuronidase +	NFV08053	C
ASR, 46 °C	XPV08061	C.P
Clostridium Perfringens	NFV08056	C
F. lactique	NFV04503	C.P
Entérobactéries	NFV08054	C.P
Pseudomonas	NFV04504	C.P
Salmonelle	Test SRT (Oxoid)	C
Recherche de <i>Listeria monocytogenes</i>	NFV08055 + test LRT (Oxoid)	C
Dénombrement de <i>Listeria monocytogenes</i>	NFISO11-290-2	systématique pour les analyses partielles et en cas de présence pour les complètes

Lors de la première étape, les échantillons ont été analysés selon l'ensemble des flores, alors que durant la deuxième étape, les échantillons ont subi une analyse dite "complète" ou "partielle" comme indiqué dans le tableau ci-dessus. Les analyses "complètes" ont été réalisées en début et en fin de DLC et les analyses "partielles" en cours de vieillissement.

La première étape avait pour but d'étudier les aspects suivants :

- estimation de la contamination initiale des langues de bœuf. En effet, l'évolution bactériologique des abats dépend grandement de leur état de contamination initiale qui est mal connu et, semble-t-il, très hétérogène. C'est pourquoi cette étape devait permettre de distinguer plusieurs groupes de produits de contaminations différentes et homogènes (faible, intermédiaire et élevée) qui ont été étudiés séparément lors du suivi de vieillissement;
- comparaison des critères du Journal Officiel (JO) et du Cnera à partir des résultats obtenus. Les critères officiels utilisés actuellement pour les abats sont ceux du JO relatif aux portions unitaires, réfrigérées ou congelées. Comme ils sont peu adaptés à certains abats, le Cnera et les organisations professionnelles ont proposé d'autres critères plus spécifiques basés sur les flores dominantes et l'absence de pathogènes. Un des aspects de ce travail a été de comparer ces deux systèmes d'évaluation et de contribuer à la reconnaissance de critères spécifiques aux abats.

La deuxième étape (test de vieillissement) avait les objectifs suivants :

- identifier les paramètres clés pour la maîtrise de la DLC des langues de bœuf. Afin de tester la majorité des pratiques existant dans la profession, nous avons choisi de faire varier les paramètres suivants : l'état de contamination initiale (faible, intermédiaire et élevé), le mode de conditionnement initial (nu ou sous vide), le mode de conditionnement final (sous film ou sous atmosphère), la température de stockage (3 °C ou 7 °C);
- estimer la durée de vie des langues de bœuf d'après leur contamination microbienne et leur aspect

LE CNERA PROPOSE DES CRITÈRES MIEUX ADAPTÉS

Les critères du Journal Officiel (Arr. 21/12/79) utilisés sont indiqués dans le tableau 2. Il s'agit des critères relatifs aux pièces conditionnées sous vide ou non, réfrigérées ou congelées.



TABLEAU 2 : CRITÈRES UTILISÉS PAR LE JOURNAL OFFICIEL (ARR. 21/12/79)

Dénomination du produit	Flore	m (g)
Pièces conditionnées sous vide ou non, réfrigérées ou congelées	Micro-organismes aérobies	5.10 ⁴
	Coliformes fécaux	10 ²
	ASR 46 °C	2
	Salmonelle	abs/25 g

TABLEAU 3 : CRITÈRES PROPOSÉS PAR LE CNERNA

Flore	Sortie ressuage m/(g)	Atelier découpe m/(g)	DLC m/(g)
<i>C. Perfringens</i>	10	10	10
<i>E. coli</i>	10 ³	10 ³	10 ³
Enterobactéries	10 ³	10 ⁴	5.10 ⁴
<i>Pseudomonas</i>	10 ³	5.10 ⁴	10 ⁶
Salmonelle	Abs/10 g	Abs/10 g	Abs/10 g
<i>L. monocytogenes</i>	100	100	100
<i>Brochothrix</i>	10 ³	5.10 ⁴	10 ⁶
<i>B. lactiques</i> *	5.10 ³	10 ⁵	10 ⁷

(*) valable pour les abats conditionnés sous vide.

TABLEAU 4 : LES CRITÈRES DU JO SONT PEU ADAPTÉS

% d'échantillons	JO (%)	Cnerna (%)	
		Critères sortie ressuage	Critère atelier de découpe
Satisfaisant	52,83 %	76,19 %	46,88 %
Acceptable	16,98 %	14,29 %	31,85 %
Non satisfaisant	30,19 %	9,52 %	21,88 %

Comparaison des critères du JO et du Cnerna sur l'ensemble des échantillons

Les résultats ont ensuite été interprétés selon le plan à 3 classes décrit dans l'arrêté du 21/12/79.

Les critères du Cnerna utilisés sont indiqués dans le tableau 3. Les critères "sortie de ressuage" ont été utilisés pour les langues prélevées et analysées dès la sortie de l'abattoir, et les critères "atelier de découpe" ont été utilisés pour les produits prélevés après un temps de transport ou de stockage.

Les résultats ont été interprétés comme préconisé par le plan à 3 classes du Cnerna, basé sur les valeurs de 3 m et de 10 m.

Les deux systèmes de critères ont été comparés par le calcul des pourcentages des échantillons classés satisfaisants, acceptables ou non satisfaisants. Ils sont présentés dans le tableau 4.

Selon les résultats de l'étude, les critères du JO sont peu adaptés aux abats puisque le pourcentage d'échantillons non satisfaisants est très élevé. Ce pourcentage est principalement dû à la flore totale qui est trop développée.

Les critères du Cnerna "sortie de ressuage" sont mieux adaptés aux abats que ne le sont ceux du JO. Le pourcentage d'échantillons satisfaisants est correct.

LE SOUS-VIDE PEU EFFICACE POUR LES ABATS

Le transport et le stockage des abats favorisent le développement de certaines flores, notamment celui de la flore lactique, des entérobactéries et des *Pseudomonas*. Afin d'en tenir compte, les critères microbiologiques "atelier de découpe" admettent des normes supérieures à celles des critères "sortie

de ressuage". Cependant, les résultats obtenus lors de notre étude sont décevants puisque seuls 46,88 % des échantillons sont satisfaisants lorsque le critère "atelier de découpe" est utilisé.

Ceci vient surtout du fait que les *Pseudomonas*, qui ne se développent en principe qu'en présence d'oxygène, ont pu se développer également sous-vide dépassant ainsi les normes autorisées.

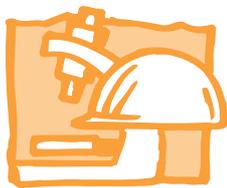
Ceci remet donc en cause l'efficacité du sous-vide pour les abats. En effet, la langue de bœuf et les abats en général, ont des formes particulières qui ne permettent pas un bon contact entre l'emballage et le produit. Il peut alors rester des "micro poches" d'air dans lesquelles peuvent se développer les *Pseudomonas*.

CONDITIONNEMENT SOUS ATMOSPHÈRE POUR ACCROÎTRE LA DURÉE DE VIE

À partir des résultats précédents, la moyenne et l'écart type ont été calculés pour chaque flore et chaque critère (atelier, origines, et conditionnement), afin d'estimer les écarts entre les moyennes selon le test de Fischer. Si les moyennes sont significativement différentes, elles sont comparées par la méthode de la plus petite différence (dite PPDS).

Les flores présentant des différences significatives sont les Entérobactéries, les *Pseudomonas* et la flore lactique, et ce pour chacun des trois critères étudiés : atelier, conditionnement et origine. Il est logique que ces flores se comportent de la même façon pour tous ces critères car ils sont liés. En effet, l'origine et le conditionnement sont liés par le fait que des langues ayant une origine lointaine (importation) sont conditionnées sous-vide dans la plupart des cas. De plus, les ateliers ont une organisation d'approvisionnement qui les conduit à utiliser souvent le même type de conditionnement. Par exemple, les ateliers de province situés à côté d'un abattoir ne sont approvisionnés qu'en langues nues provenant de cet abattoir, alors que d'autres sont approvisionnés principalement en langues d'importation conditionnées sous-vide.

Contrairement à l'hypothèse qui avait été faite au départ, l'entreprise dont provient le produit a peu d'importance : c'est l'origine qui



est donc le critère le plus discriminant pour créer les 3 groupes de produits.

Afin de distinguer 3 groupes de niveau de contamination distinct et homogène, les résultats ont été traités par une classification ascendante hiérarchique, méthode des voisins réciproques.

Les trois groupes définis sont les suivants :

- origine France, produit non conditionné (niveau de contamination faible $\approx 10^1$)
- origine France, produit sous vide ou sous film (niveau de contamination intermédiaire $\approx 10^2$ à 10^3)
- origine import, produit sous vide (niveau de contamination élevée $\approx 10^3$ à 10^4)

UN RÔLE MAJEUR DE LA TEMPÉRATURE

L'effet des paramètres suivants : température, état de contamination initiale, conditionnement initial et final, sur les flores dominantes et l'aspect du produit a été étudié à l'aide du test de Fischer qui permet d'estimer si les écarts entre les moyennes sont significatifs.

La température joue un rôle majeur dans la maîtrise de la DLC et de l'état microbiologique des langues de bœuf. Le développement bactérien est plus rapide à 7 °C qu'à 3 °C, pour l'ensemble

des flores. Ce facteur a également un impact important sur les caractéristiques d'aspect.

Le niveau de contamination initiale est lui aussi déterminant pour le développement bactérien du produit en UVC. En effet, on trouve pour l'ensemble des flores dominantes des valeurs de $P < 0.05$, ce qui prouve que ce paramètre a un effet significatif. Par contre, le niveau de contamination obtenu n'est pas forcément celui qui était escompté au départ. Par exemple, la contamination en *Pseudomonas* la plus faible est obtenue pour le niveau dit "élevé".

Le recours ou non à un premier conditionnement sous vide a lui aussi un effet très significatif sur l'ensemble des paramètres de conservation ($P < 0,001$).

Un conditionnement sous vide aboutit généralement à une contamination élevée quand la durée de stockage est trop longue.

Notre étude a montré, par exemple, qu'un temps de stockage sous vide supérieur à 10 jours donne un produit non conforme aux critères microbiologiques.

Le conditionnement sous atmosphère (80 % O₂ et 20 % CO₂) permet d'accroître la durée de vie des produits par rapport au conditionnement sous film. La différence entre les deux conditionnements est très significative pour les *Pseudomonas* et pour les entéro-

bactéries, mais pas pour la flore lactique. Ceci confirme des résultats obtenus dans d'autres études. L'étude des flores et de l'aspect concorde et confirme le rôle majeur de la température et l'intérêt du conditionnement sous atmosphère par rapport au conditionnement sous film.

MODÉLISER LA CROISSANCE DES BACTÉRIES POUR OBTENIR UNE DLC OBJECTIVE

Une étude nous a permis d'estimer les DLC en fonction du mode de conditionnement, de la contamination initiale et de la température de stockage en se référant aux critères du Cnerna.

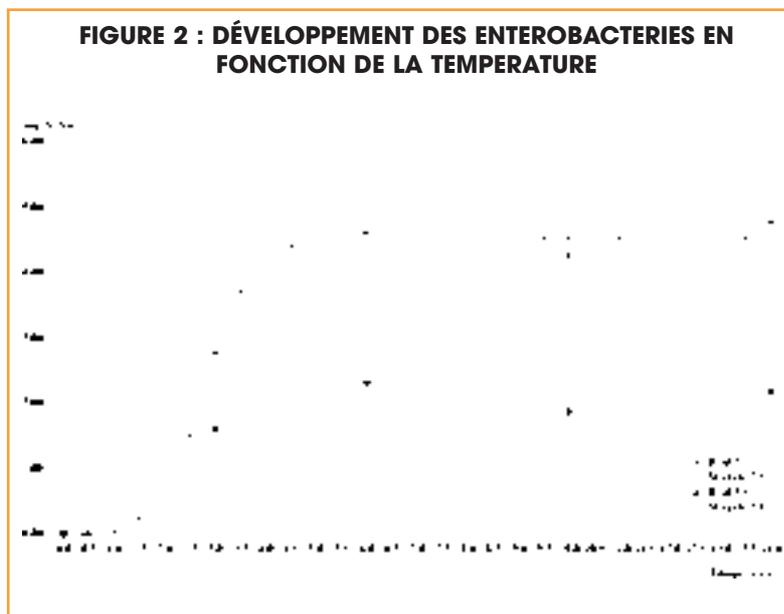
Pour obtenir des DLC objectives, nous avons modélisé la croissance des bactéries selon différents paramètres de croissance.

Le modèle de Zwietering (1994), a permis d'obtenir les courbes de croissance ci-après pour les flores dominantes en fonction de l'état initial, de la température et du temps : elles comportent d'une part les dénombrements obtenus et d'autre part ceux proposés par le modèle.

Ces courbes de croissance sont caractérisées par le taux de croissance (μ), la phase de latence et le niveau de la phase stationnaire.

L'intérêt principal de cet outil, outre l'étude des flores et des paramètres influençant la conservation, est de pouvoir pronostiquer

FIGURE 2 : DÉVELOPPEMENT DES ENTEROBACTERIES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE





quer la DLC commerciale et/ou réglementaire des produits. Par exemple, l'évolution et la DLC des flores dominantes telles que *Pseudomonas*, la flore lactique ou les Entérobactéries, qui peuvent être interprétées selon une norme, peuvent être prévues en fonction de la température, comme présenté dans les tableaux 5 et 6.

Ces résultats montrent que :

- La contamination initiale est un facteur très important dans le développement microbien.
- La maîtrise du froid et le conditionnement sous atmosphère permettent une amélioration de la DLC.

POUR SUIVRE SUR LES PARAMÈTRES DE CONSERVATION DES ABATS

En ce qui concerne la première étape, les résultats précédents permettent de dégager deux conclusions principales.

Les critères du Journal Officiel sont peu adaptés aux abats qui ont généralement une flore totale abondante dépassant les normes microbiologiques correspondantes. Les critères du Cnerna "sortie de ressuage" sont bien adaptés aux abats en sortie d'abattoirs, mais les critères "atelier de découpe" restent trop sévères pour les *Pseudomonas* et les entérobactéries qui se développent lors du transport et du stockage des produits.

Le niveau de contamination initiale des abats n'est pas lié à l'atelier, mais davantage à l'origine du produit et au préconditionnement sous vide avant tranchage. Les tests de vieillissement confirment le rôle majeur de la maîtrise de la température dans la conservation des langues de bœuf, et l'intérêt du conditionnement sous atmosphère (80 % O₂ et 20 % CO₂). Le niveau de contamination initial a également un effet important. Toutefois, ce paramètre est très variable et difficile à prévoir et à maîtriser.

PRONOSTIQUER LA DLC COMMERCIALE			
Tableau 5 : Conditionnement sous atmosphère modifiée (80 % O ₂ , 20 % CO ₂)			
Contamination initiale en		Température	DLC (en jours)
<i>Pseudomonas</i>	Entérobactéries		
3,8.10 ²	3,0.10 ¹	3 °C	10,5
5.10 ²	2,8.10 ²	3 °C	10
1,5.10 ⁴	6,9.10 ³	3 °C	7
3,6.10 ²	1,3.10 ¹	7 °C	5
1,6.10 ³	2,3.10 ²	7 °C	3,5
3,8.10 ³	3,5.10 ²	7 °C	3

Tableau 6 : Conditionnement sous film perméable à l'air			
Contamination initiale en		Température	DLC (en jours)
<i>Pseudomonas</i>	Entérobactéries		
2,3.10 ²	2,0.10 ¹	3 °C	3
4,4.10 ³	2,2.10 ³	3 °C	2,5
4,9.10 ⁴	4,8.10 ³	3 °C	2,5
9,3.10 ¹	2,5.10 ¹	7 °C	3
3,29.10 ⁴	5,65.10 ²	7 °C	2,5

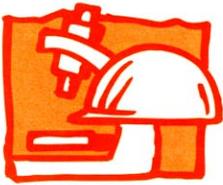
Par contre, le conditionnement sous vide semble peu adapté à ce type de produit comme en témoigne le développement important des *Pseudomonas*. Ce phénomène pourrait s'expliquer par la présence d'aspérités à la surface de la langue et l'irrégularité du produit qui entraînent la présence d'air résiduel permettant la prolifération de la flore aérobie.

Même si la DLC réglementaire d'un produit n'est pas atteinte, son aspect visuel peut l'exclure du circuit de distribution. C'est donc un point très important car l'odeur, la présence d'exsudat et la couleur sont des

causes de refus du produit par le consommateur.

L'estimation des DLC montre l'intérêt des modèles de croissance principalement en terme de précision et d'adaptation aux conditions réelles des produits.

Les perspectives de ces travaux s'articulent principalement autour de trois axes : une évolution de la réglementation et de la classification des langues de bœuf, l'estimation des DLC à l'aide d'outils de modélisation et la poursuite de l'étude des paramètres qui interviennent dans la conservation des abats.



Annexe : figures corrigées

FIGURE 1 : 20 MANIPULATIONS

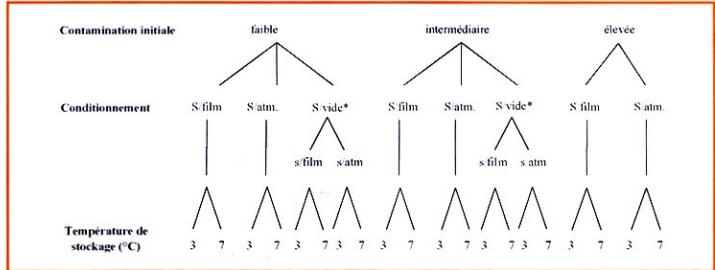


Schéma des manipulations

Les langues conditionnées sous vide sont stockées pendant 10 jours à 3 °C avant d'être déconditionnées puis découpées et reconditionnées sous film et sous atmosphère.

FIGURE 2 : DÉVELOPPEMENT DES ENTEROBACTERIES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

