

L'hygiène des viandes bovines et ovines en France

J. LABADIE

SRV INRA de Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

RESUME – Les principales sources de contaminations, leur prévention, l'évolution des flores et les problèmes spécifiques qu'elles posent sont abordés dans ce texte. Par ailleurs, les différentes méthodes de conservation et leurs avantages respectifs sont soulignés aussi bien dans les filières bovine et ovine.

The hygiene in beef and sheep meat processing in France

J. LABADIE

SRV INRA de Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

SUMMARY – The main sources of microbial contamination are indicated in this text. The prevention of these contaminations, the evolution of the microflora and their influence on the storage life are also indicated. On the other hand, the different kind of processing fresh beef and sheep meat are compared and their advantages or drawbacks underlined.

INTRODUCTION

L'augmentation rapide des productions de viande qui a accompagné l'accroissement de la demande de consommation lors des quarante dernières années, a nécessité une modernisation de toute la filière, depuis les animaux sur pieds jusqu'aux assiettes des consommateurs. Parallèlement à l'augmentation de la demande de viandes et de produits carnés, on a aussi assisté, progressivement, à une diversification considérable des produits proposés, rendue nécessaire, entre autre, par l'attrait des consommateurs pour des produits prêts à l'emploi et/ou possédant des caractéristiques propres à satisfaire des préférences variées avec leur pays d'origine, et/ou leur origine sociale. Ainsi, de nombreux modes de conditionnement et de conservation sont apparus, permettant une conservation plus ou moins prolongée variant avec le type de produit proposé et la quantité de micro-organismes présents à l'emballage. Pour les produits frais, comme le sont la plupart des produits carnés d'origine bovine et ovine, la durée de conservation dépend souvent de la charge en micro-organismes d'altération introduits par les multiples opérations de découpe qui précèdent le conditionnement. A cette influence déterminante, il ne faut pas oublier d'ajouter l'influence que joue, sur leur salubrité, le portage de micro-organismes pathogènes par les animaux vivants arrivant à l'abattoir. En effet, les méthodes modernes d'élevage qui réunissent d'importantes quantités d'animaux sur de petites surfaces, favorisent les contaminations croisées, c'est à dire la dissémination au sein de troupeaux entiers de contaminations initialement limitées à un petit nombre d'individus. La présence de ces germes pathogènes au sein du cheptel bovin (ou de tout autre nature d'ailleurs), même si elle est le plus souvent à bas bruit dans les élevages, alimente de façon constante plusieurs sources de contamination exogènes ou endogènes aux animaux qui arrivent à l'abattoir.

D'une façon générale, comme nous venons de le souligner, l'importance de la contamination microbienne des viandes, qu'elle que soit son origine, est largement déterminée par les opérations d'abattage et de découpe. Cependant, l'application de bonnes pratiques d'hygiène peut en limiter considérablement les effets négatifs. Dans le cas des filières bovines et ovines, de très nombreuses opérations communes sont utilisées à l'abattoir et dans les ateliers où l'on travaille les viandes. Les sources et le type de contamination observés dans ces deux filières ont donc de nombreuses similitudes. Elles ont souvent les mêmes conséquences.

1. FILIÈRE BOVINE

1.1. HYGIÈNE DE L'ABATTAGE. LES SOURCES DE CONTAMINATION D'ORIGINES EXOGÈNES

En France, cinq opérations principales sont effectuées depuis l'arrivée dans le hall d'abattage jusqu'à l'entrée en chambre froide. La saignée, la coupe des pattes, l'arrachage du cuir, l'éviscération, la fente de la carcasse en deux demi carcasses. Parmi ces différentes étapes, les deux plus redoutées sont, l'arrachage du cuir et l'éviscération, les autres ayant une influence quasi nulle ou mineure sur la contamination microbienne de la viande.

1.1.1. ARRACHAGE DU CUIR

De nombreuses études ont montré depuis longtemps qu'il existait une relation, entre la souillure des cuirs et la charge microbienne des carcasses. Pour comprendre cette relation, il suffit de savoir que la peau des animaux peut être contaminée par environ 10^9 germes/cm², dont le transfert sur la viande est extrêmement aisé. Le transfert de ces germes vers la carcasse était particulièrement important lorsque cette opération était effectuée manuellement. Depuis l'introduction de l'arrachage mécanique, elle est devenue beaucoup moins lourde de conséquences. Elle est cependant encore à l'origine de contaminations microbiennes en raison de l'émission inévitable des poussières provenant des poils des animaux, et qui, en se déposant sur la carcasse, augmentent sa contamination. On a montré depuis la fin des années 30 une relation linéaire entre la

quantité de micro-organismes présents sur la peau et les poils, et la charge bactérienne à la surface des viandes à l'entrée en chambre froide. On peut même ajouter que 60 % des germes présents sur les carcasses, à l'entrée en chambre froide, ont pour origine la peau et les poils. D'ailleurs, un simple examen visuel de la propreté du cuir peut donner des informations sur sa charge microbienne effective, et sur les contaminations qu'il pourrait entraîner.

1.1.2. Eviscération

Cette opération, en général bien conduite, n'a aucune conséquence sur la contamination des carcasses. Elle reste néanmoins très redoutée, car le tube digestif d'un bovin possède 10^{10} germes/g de contenu. La perforation des intestins ou du rumen, conduit donc inmanquablement à des contaminations très lourdes, par de nombreuses bactéries, les entérobactéries notamment, dont les *Escherichia coli*. Certaines précautions sont donc indispensables, comme l'utilisation d'un couteau à bout rond, le maintien de la peau en position tendue à l'ouverture de l'abdomen, ou encore, l'isolement du rectum dans un sac plastique.

1.1.3. La fente et les opérations de finition

L'environnement des animaux est toujours souillé par les micro-organismes, et tout ce qui entre en contact avec la viande augmente sa charge microbienne. Aussi, la fente de la carcasse à l'aide de scies, souvent difficiles à nettoyer, peut entraîner des contaminations étendues. L'utilisation de couteaux, pour éliminer les masses grasses en surface des carcasses peut par contre contribuer à diminuer la contamination. Toutefois, cette opération peut aussi avoir un effet contraire, si les couteaux ne sont pas nettoyés et désinfectés régulièrement.

1.1.4. L'eau, les brouillards et aérosols

L'eau reste encore très largement utilisée dans les abattoirs. Directement, pour laver les carcasses avant l'entrée en chambre froide, le sol, les murs, ou encore les outils de travail et les bacs d'entreposages des pièces issues de la découpe. Certaines eaux peuvent contenir jusqu'à 1000 bactéries (*Pseudomonas*) par millilitre d'eau. Les utiliser trop abondamment ensemence véritablement la surface des viandes avant leur entrée en chambre froide ou ce type de micro-organisme, trouvera des conditions de températures et d'aérobiose qui lui sont moins défavorables qu'à beaucoup d'autres germes. Les projections du sol, des murs ou de tout l'environnement de la viande sont souvent lourdement contaminés par des micro-organismes d'origines très variées. En arrivant sur les viandes, ces projections, et particulièrement celles du sol, augmentent considérablement les charges microbiennes. Elles sont notamment souvent à l'origine des importantes contaminations des parties inférieures des carcasses bovines, colliers, épaules.

L'utilisation de grandes quantités d'eau, sous pression plus ou moins importante, peut avoir d'autres conséquences négatives que celles déjà évoquées. En effet, son utilisation peut entraîner la création, dans le hall d'abattage, d'aérosols ou de brouillards, constitués de petites gouttelettes d'eau qui agglomèrent les particules de poussières avec des micro-organismes. En se redéposant sur tout le matériel et/ou les carcasses, ces brouillards peuvent être responsables de lourdes contaminations qui rendent illusoire toute conservation réfrigérée des pièces issues des carcasses contaminées.

Les contaminations d'origine humaine

Les mains, les cheveux, la barbe, les tabliers peuvent héberger de nombreux micro-organismes qui peuvent passer très facilement vers la surface des carcasses par contact direct ou par projections. Les manipulations des carcasses doivent donc être réduites au minimum pour éviter ces transferts. Une hygiène corporelle stricte des mains, et de tout le corps, est également indispensable avant et pendant la journée de travail. Il ne faut pas oublier également qu'éternuer ou tousser projettent par millions des germes souvent pathogènes sur les carcasses. Parler et se moucher peut avoir les mêmes conséquences. Bien

entendu, toute personne malade ou porteuse de blessures infectées, doit être écartée de la chaîne d'abattage.

Le matériel

Les crochets, les bacs d'entreposage et tout le matériel (cou-teaux, scies, couperets), qui entrent en contact avec la viande sont souillés par des micro-organismes. Il faut absolument retenir le fait que chaque contact apporte une contamination supplémentaire. Il est donc recommandé de les éviter au maximum ou de nettoyer et de désinfecter soigneusement tout ce qui touche la carcasse ou la viande de façon répétée.

Les animaux

Les mouches, et d'une façon générale tous les insectes entrant directement ou indirectement en contact avec la viande, peuvent apporter des contaminations par des germes pathogènes ou d'altération. Parmi les animaux les plus redoutés, les rongeurs (rats et souris), sont des vecteurs très fréquents de bactéries pathogènes, en particulier les Salmonelles. A la proximité de certains abattoirs 50 % des animaux peuvent être des porteurs sains de ces germes. Il convient donc de dératier régulièrement tous les locaux à leur voisinage.

1.2. LES MICRO-ORGANISMES INFLUENÇANT LA SALUBRITÉ ET LA CONSERVATION DES VIANDES

1.2.1. Les micro-organismes les plus fréquents à l'abattoir
Pseudomonas, *Acinetobacter*, *Kurthia*, *Bacillus*, *Corynebactéries*, *Staphylocoques*, *Entérocoques*, *Entérobactéries*, *Arthrobacter* sont les bactéries les plus fréquemment isolées des carcasses avant l'entrée en chambre froide. Les niches écologiques d'origine de ces flores sont très variées, ensilages, sol, eau, peau et tube digestif des animaux, végétaux. Parmi ces très nombreuses bactéries, seules quelques espèces, même si elles sont relativement nombreuses, influencent véritablement la conservation et la salubrité des viandes.

1.2.2. Les bactéries d'altération

Ces bactéries comportent essentiellement des germes à Gram négatif, et quelques espèces à Gram positif. Les germes à Gram négatif sont dits putréfiants, car ils dégradent progressivement peptides, acides aminés et protéines. Les bactéries à Gram positif sont le plus souvent responsables d'altération de la couleur (grisaillement, verdissement) de la production de gaz, (CO₂) ou de la production de molécules donnant des goûts aigres ou acides, qui peuvent altérer de manière irréparable la saveur des produits. Les plus importants sont indiqués un peu plus loin en caractères gras. Le conditionnement où elles sont responsables de dégradation des qualités organoleptiques est indiqué en abrégé entre parenthèses. Pour les pathogènes, leur origine est indiquée de la même manière. Elles sont presque toutes à l'origine de toxi-infections alimentaires collectives et/ou de diarrhées.

Gram négatif : *Pseudomonas fragi*, *P. fluorescens*, *P. lundensis* (S. E.)

Psychrobacter immobilis (S. E.)

Acinetobacter johnsonii (S. E.)

Serratia liquefaciens, *Citrobacter freundii*, *Hafnia alvei* (S. V., pH élevé)

Shewanella putrefaciens (S. V. et pH élevé)

Gram positif : *Brochothrix thermosphacta* (S. At, S. V)

Lactobacillus viridescens (S. V., S. At)

Leuconostoc carnosum, *L. gelidum* (CO₂, S. V, S. At)

Lactobacillus sake, *L. curvatus* (CO₂, S.V. S. At)

1.2.3. Les bactéries pathogènes

Gram négatif : *Salmonella*, *Escherichia coli* (vérotoxiques ou VTEC), (T. D.)

Yersinia enterocolitica (Naso. Pharynx. Rare)

Campylobacter (T. D.)

Gram positif : *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*, *C. sporogenes* (T. D.)

Staphylococcus aureus (P), *Enterococcus faecium*, *E. faecalis* (T. D.)

Listeria monocytogenes (Env)

Abréviations utilisées :

S. E. : Sous étirable ; S. V. : Sous vide ; S. At. : Sous atmosphères ; CO₂ : Sous CO₂.

T. D. : Tube digestif ; Env : Environnement.

1.3. LES SOURCES DE CONTAMINATIONS D'ORIGINES ENDOGENES

A l'abattage, les muscles des animaux sont normalement dépourvus de tous germes, hormis les très rares animaux qui font une bactériémie asymptomatique, et qui ne sont pas détectés par l'inspection vétérinaire. Les contaminations des muscles, à l'abattoir même, sont rares. Elles peuvent avoir pour origine, un stress d'abattage qui entraîne un passage de micro-organismes de la lumière intestinale vers les ganglions mésentériques, le sang et enfin les muscles. Ce phénomène peut également se produire si l'animal abattu, vient de se nourrir. En effet, la digestion provoque un phénomène dit , de translocation , des bactéries du contenu digestif vers le sang. L'anaérobiose, qui s'installe rapidement dans les muscles après la mort, peut favoriser, en cas de réfrigération trop lente, la multiplication des bactéries ainsi transloquées. Dans ces conditions, des *Clostridium*, bactéries anaérobies strictes (*C. oedaematiens*, *C. sporogenes*, *C. perfringens*, *C. putrefaciens*) sont à l'origine d'une putréfaction des tissus contaminés, qui entraîne la saisie des carcasses. Pour éviter ce phénomène de translocation, il convient de mettre impérativement les animaux à jeun, 24 heures avant l'abattage. Par ailleurs, et indépendamment de ce qui a été dit précédemment, des blessures même inapparentes (au niveau des pattes arrière par exemple), peuvent entraîner la présence de germes divers, de nature très variée (germes aérobies stricts *Pseudomonas*, *Moraxella* ou anérobies facultatifs, streptocoques, entérobactéries, etc...) dans les ganglions lymphatiques. En cas de réfrigération trop lente des carcasses, ces foyers de contaminations apparaissant à l'abattage, ou déjà existants avant la mort des animaux, peuvent donner naissance à des phénomènes dits de « puanteurs d'os » ou de « putréfaction profonde » qui justifient également une saisie de ces carcasses.

2. L'HYGIÈNE PENDANT L'APPLICATION DE LA CHAÎNE DU FROID

2.1. CHAMBRES FROIDES ET CIRCUIT REFRIGERE

Les carcasses qui entrent en chambre froide, dès la fin de la chaîne d'abattage, subissent un choc thermique qui a pour conséquence une chute rapide de la température de surface de la viande. Cette réfrigération, appliquée aussi pendant la phase dite de ressuage, a pour but d'amener le cœur des muscles à une température inférieure ou égale à + 7°C, de façon à éviter, comme nous venons de le souligner, la croissance des germes anaérobies. En pratique, la température ne doit pas descendre en dessous de + 10°C en moins de 10 heures pour éviter les phénomènes de contracture au froid qui durcissent la viande et qui annihilent toute possibilité ultérieure de maturation de la viande. La chaîne du froid, qui commence avec la réfrigération des carcasses, est aussi appliquée pendant toutes les phases de la transformation des muscles en viandes et ensuite pendant toutes les phases de conditionnement et de conservation, qui vont modifier radicalement le profil des flores microbiennes qui se développent à la surface des viandes.

Par ailleurs, le froid permanent qui caractérise les locaux où l'on entrepose les viandes, entretient une flore psychrotrophe spécifique, qui se développe sur les murs, le sol, les surfaces en contact avec la viande (crochets, bacs d'entreposage, tapis roulants, etc.) et la viande elle-même. D'une manière générale, ce qui caractérise la modification quantitative de la pollution des carcasses en chambres froides, c'est souvent et indépendamment de ce qui a été dit les contaminations croisées provoquées par entassement au moment de l'entreposage et les contaminations aéroportées provenant du brassage de l'air nécessaire à la réfrigération. Les flores d'altération principalement favorisées en milieu froid permanent sont surtout les bactéries aérobies, les *Pseudomonas* (*P. fluorescens*, *P. fragi*), *Brochothrix thermosphacta* et dans une moindre mesure les

Psychrobacter (anciennement *Acinetobacter*). Parmi les pathogènes affectant qualité et salubrité des viandes, *Listeria monocytogenes* et éventuellement *Yersinia enterocolitica* (rarement dans la filière bovine) peuvent survivre et se multiplier en chambres froides.

Certaines autres entérobactéries, normalement non pathogènes, appartenant aux genres *Enterobacter*, *Hafnia*, mais surtout l'espèce *Serratia liquefaciens* se développent au froid. Elles peuvent contribuer à altérer certains types de viandes en cours de conservation. Pour éviter le maintien de cette flore adaptée au froid, une désinfection régulière des locaux est indispensable.

2.2. CHARGE MICROBIENNE DES CARCASSES EN SORTIE DE L'ABATTOIR

Avant les opérations de découpe, des carcasses hébergeant 10^3 germes/cm² sont considérées comme de bonne qualité bactériologique. 10^3 germes/cm² constituent une limite à partir de laquelle, les viandes ne doivent pas être travaillées. Toutefois, compte tenu de la variabilité des contaminations, une procédure de prélèvement rigoureuse doit être mise en place pour les contrôles microbiologiques, d'une part en définissant précisément les sites de prélèvements et d'autre part, en contrôlant un nombre suffisant de carcasses. Ainsi, il est recommandé de prélever au moins 5 carcasses par lot contrôlé, à raison de 3 sites anatomiques par carcasse, par exemple, au niveau de l'épaule, du collier, et du plat de côte découvert. Malgré leur efficacité, de telles mesures sont souvent difficiles à mettre en place en raison de la lenteur des analyses microbiologiques.

2.3. ATELIERS DE DÉCOUPE ET DE CONDITIONNEMENT

Du point de vue quantitatif, c'est à ce stade de la transformation que les viandes se polluent le plus. A l'origine de cette augmentation de la charge microbienne, il y a de manière très claire, les multiples opérations de découpe et de parage, indispensables à la préparation des viandes en vue de leur commercialisation. On retrouve à ce niveau de nombreuses sources de contaminations déjà évoquées précédemment. Parmi les plus graves de conséquences, les contaminations croisées sont aussi les plus fréquentes car quasiment inévitables. Elles résultent de l'utilisation répétée de couteaux, scies, gants, tables de découpes, bacs, tapis roulants, etc., indispensables lors d'une journée ou d'une demi-journée de travail. Malgré les soucis d'hygiène qui animent les opérateurs de la filière, c'est souvent à ce niveau que des contaminations de faible importance se généralisent à des lots entiers de pièces de découpe. Elles sont particulièrement redoutées lorsque des bactéries pathogènes contaminent encore les viandes à ce stade de leur transformation. Seules des procédures d'urgence, applicables après la détection de contaminations graves peuvent aider à résoudre les problèmes posés. Elles arrivent malheureusement souvent trop tard en raison de la lenteur des analyses microbiologiques.

2.4. MAÎTRISE DE L'HYGIÈNE EN ATELIER DE DÉCOUPE

Pour minimiser les conséquences des contaminations croisées malheureusement inévitables, il est indispensable d'introduire une hiérarchisation des facteurs de risque pouvant influencer la qualité microbiologique. Cette hiérarchisation n'est toutefois possible que si l'on maîtrise vraiment les paramètres influençant cette qualité. Parmi ceux-ci, la connaissance de la charge microbienne des carcasses (cf. paragraphe précédent) qui sont travaillées est un élément clé. Elle n'est pas toujours facile à mettre en place. Toutefois, indépendamment de cette donnée, il est possible d'introduire quelques précautions dans le travail des viandes, qui peuvent donner d'excellents résultats. Ainsi, les pièces de muscles externes déjà relativement contaminées devraient être traitées différemment et à part, des pièces issues des parties internes de la musculature, uniquement contaminées par la découpe. Ainsi, pour ces pièces il convient d'utiliser des outils et des surfaces régulièrement nettoyés et désinfectés pour maintenir un taux faible de contamination. Le travail de pièces de viande tombées à terre ou ayant été en contact avec des surfaces souillées doit absolu-

ment être exclu. Enfin, une planification du travail commençant par les lots les moins contaminés pour finir par les plus pollués peut également être très bénéfique. Par ailleurs, les procédures de nettoyage désinfection doivent absolument être respectées. Les mesures d'hygiène du personnel doivent être toujours appliquées: propreté corporelle, port de chapeau, port de masque, gants, utilisation de tabliers propres, etc.

3. INFLUENCE DE LA CONSERVATION SUR LE DEVENIR DES FLORES MICROBIENNES

Indépendamment de la conservation aux basses températures qui est générale quelque soit le mode de conditionnement, la plupart des viandes bovines sont conservées au froid positif à l'air, sous vide, ou en atmosphères contrôlées.

3.1. CONSERVATION À L'AIR SOUS FILM ÉTIRABLE

3.1.1. Muscles piécés

Ce mode de conservation très largement répandu offre de nombreux avantages pour les consommateurs. Il préserve la couleur de la viande et permet un examen pratiquement direct de ce qu'il va consommer. Le principal défaut de ce mode de conditionnement est le revers de ses qualités. A l'air, les viandes s'altèrent très vite, aussi bien à cause de l'instabilité des pigments responsables de la couleur, qu'à cause de la croissance rapide des bactéries d'altération. Parmi celles-ci, les plus importantes appartiennent au genre *Pseudomonas*, notamment les espèces *P. fragi* et *P. fluorescens*. Ces bactéries psychrotrophes, possèdent un avantage écologique évident, à basses températures, notamment entre 0 et 7°C ou elles se développent beaucoup plus vite. De très nombreux travaux ont mis en évidence la dominance des *Pseudomonas* par rapport aux autres flores en conservation.

Parmi ces travaux, la plupart montrent l'influence du froid sur la proportion des flores qui se multiplient après plusieurs jours de conservation. On constate ainsi que les *Pseudomonas* constituent la quasi-totalité de la flore après quelques jours de conservation et que la vitesse de multiplication de ces bactéries à 2°C est beaucoup plus rapide que celle des autres flores (*Serratia liquefaciens*, *Psychrobacter sp.*, *Brochothrix thermosphacta*) susceptibles de contaminer les produits carnés et d'influencer leur qualité. De ce fait, les *Pseudomonas* sont presque toujours à l'origine des altérations des viandes bovines conservées à l'air, dans les linéaires réfrigérés. Ces altérations apparaissent dès 10^6 bactéries/cm² par le biais d'altérations de la couleur. A partir de 10^7 germes/cm², des odeurs putrides (production de putrescine et de cadavérine notamment) apparaissent et un poissage est observé en surface des viandes contaminées. Il est évidemment impossible de faire le bilan de la charge microbienne présente à la surface des viandes qui sont conservées de cette manière en France, toutefois on admet généralement que des contaminations de l'ordre de 10^4 germes totaux/cm² en début de conservation sont normales en frais réfrigéré.

3.1.2. Viandes hachées

Pour ces types de produits extrêmement fragiles, car contaminés à cœur et très divisés, tout ce qui a été dit précédemment reste valable. De plus, la viande hachée ayant souvent pour origine les quartiers avant des bovins, l'importance de leur charge microbienne va être déterminante. Ainsi, il existe une relation linéaire entre la charge microbienne (*Pseudomonas*/cm²) des quartiers avant de la carcasse et celle des steaks hachés qui en sont issus. Par conséquent, le tri de ces quartiers sur la base de la charge microbienne (cf. paragraphe viandes hachées) est indispensable pour ne mettre en fabrication que des viandes de bonne qualité microbiologique.

3.2. CONSERVATION SOUS VIDE

Ce mode de conservation est réservé, dans la filière bovine, aux pièces de viande de demi gros qui sont livrées à la grande et petite distribution en vue du piéçage, qui permet la commercialisation ultérieure de morceaux prêts à consommer. Le sous vide est aussi utilisé, mais encore à une petite échelle,

pour conditionner certaines portions consommateurs prêtes à l'emploi. Du point de vue microbiologique, c'est la conservation sous vide qui, en principe, permet les durées de conservation les plus importantes. A cela deux raisons principales, l'absence d'oxygène en combinaison avec l'influence des basses températures exerce un fort pouvoir inhibiteur de la croissance des germes aérobies, *Pseudomonas* et *Acinetobacter* essentiellement. Deuxièmement, les flores capables de se multiplier dans de telles conditions, Lactobacilles, *B. thermosphacta*, voire entérobactéries, le font beaucoup plus lentement que les flores aérobies. Enfin, il faut ajouter également que dans des conditions normales, les Lactobacilles constituent toujours la flore dominante après une dizaine de jours de conservation et qu'à concentration microbienne identique les altérations constatées sous vide, sont moins importantes qu'en présence d'oxygène. Ainsi, lorsque la flore lactique atteint des concentrations de l'ordre de 10^7 à 10^8 germes/cm² des odeurs aigres, acides, voire de fromage, mais relativement discrètes et fugaces, peuvent être constatées à l'ouverture des sacs. Elles sont en général sans conséquence majeure sur la flaveur des produits qui en sont issus.

Les problèmes les plus graves avec le sous vide apparaissent si celui-ci est insuffisant ou si des poches d'air sont créées à l'ensachage. Dans ce cas, on observe une croissance trop importante des germes aérobies, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *B. thermosphacta*, voire *Serratia liquefaciens* qui entraîne des altérations des qualités organoleptiques, couleur, odeur, qui rendent inutilisables les viandes ainsi contaminées.

Le conditionnement sous vide des viandes bovines ne pose des problèmes que si les viandes possèdent un pH élevé, c'est-à-dire supérieur à pH 6,0. Dans ce cas, les flores normalement inhibées le sont moins, c'est-à-dire *Serratia liquefaciens*, voire *Shewanella putrefaciens* pour des viandes de pH supérieur à 6,5. Leur croissance, même faible, au dépens des acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) entraîne la production d'importantes quantités d'hydrogène sulfuré qui confèrent aux viandes une odeur d'œuf pourri. Un verdissement de la viande est également observé parallèlement à ce développement microbien. Pour ce type de viande, seules les conservations sous atmosphères de CO₂ pur sont possibles.

Malgré, ces problèmes, la conservation sous vide des viandes bovines assure, en France, des délais de conservation qui peuvent aller, entre 0 et +2°C, sans difficulté jusqu'à 21 jours, au minimum.

3.2.1. Conservation sous atmosphère modifiée avec oxygène

L'intérêt de ce mode de conservation est de combiner les avantages de la conservation sous vide, c'est-à-dire de freiner la croissance microbienne, et celle de la conservation en présence d'air, qui permet le maintien de la couleur rouge vif de la viande. Les mélanges gazeux les plus fréquemment employés actuellement contiennent 70 % d'oxygène, 20 % de CO₂, et 10 % d'azote. Un des problèmes importants auxquels ont été confrontés les technologues, pour réussir dans l'utilisation des atmosphères modifiées, est le maintien de l'environnement gazeux voulu. L'utilisation de films réellement imperméables aux gaz permet actuellement de le faire. Ces conditions permettent une conservation de 6 à 10, voire 14 jours, ce qui est nettement supérieur à ce que l'on observe à l'air. La prolongation des délais de conservation provient de l'effet inhibiteur du CO₂ à l'encontre des *Pseudomonas* qui dominent normalement, dans les viandes conservées à l'air. Par contre, la moindre conservation des viandes conservées sous atmosphères modifiées par rapport au sous vide, vient de la croissance de *B. thermosphacta* qui n'est que légèrement inhibée par le CO₂. Le développement de cette bactérie peut entraîner, (mais ce n'est pas systématique surtout si les viandes ont un pH plutôt bas : 5, 4-5, 5), en fin de conservation, des altérations de la couleur, verdissement, grisaillement. Des odeurs très désagréables de « pied sale », associées à la dégradation des acides aminés aliphatiques peuvent également être observées.

3.2.2. Conservation sous CO₂ pur

Ce procédé de conservation offre les mêmes avantages que le sous vide quand aux délais de conservation. Sa mise en œuvre n'est cependant pas facile, elle n'est pas encore beaucoup réalisée en France, alors qu'elle est réalisée couramment en Nouvelle-Zélande. Le principal problème de ce mode de conditionnement est l'introduction d'oxygène dans les emballages lors du conditionnement. Il convient donc d'introduire avec le CO₂ des absorbeurs d'oxygène pour éviter les altérations organoleptiques entraînées par sa présence, même en faibles quantités. Pourtant, lorsque ce type de conditionnement est réussi il semble être même légèrement supérieur au sous vide, du point de vue des performances de conservation. Comme indiqué précédemment, il semble valable pour conserver les viandes de pH élevés, à condition de ne pas dépasser une température de +2°C. Pour la conservation des morceaux avec os, le conditionnement sous CO₂ pur, est même à recommander par rapport au sous vide (le risque de perforation des emballages est inexistant sous CO₂ pur).

3.2.3. Développement bactérien en linéaire de vente

Dans les linéaires, la mise à disposition des produits pour les consommateurs ne signifie pas que leur achat sera immédiat. Les produits vont donc devoir se conserver pendant des périodes plus ou moins longues selon les cas. Par conséquent, une mise en œuvre correcte des procédés de conservation et le respect de la chaîne du froid sont indispensables. Il faudra donc éviter de mettre en conservation des sacs fuités, perforés, déchirés et veiller à ne pas surcharger les emplacements de stockage. Par ailleurs, les températures de conservation devront autoriser une conservation qui soit compatible avec la DLC affichée clairement sur le produit par celui qui a conditionné le produit et qui en a la responsabilité pénale. Les DLC affichées devront évidemment tenir compte de la nature des produits, et du type de conditionnement choisi.

4. FILIERE OVINE

Aucune étude spécifique relative à l'hygiène de la filière ovine n'est disponible en France. Par contre, de très nombreux travaux étrangers existent, mais ils ne sont malheureusement pas facilement transposables à la situation de notre pays.

– La viande ovine ne semble que très rarement impliquée lors d'intoxications alimentaires collectives.

– La consommation de viande de mouton ou d'agneau reste assez peu importante (5,3 kg d'équivalent carcasse/habitant/an en 1996) dans notre pays.

Elle ne justifie donc pas, semble-t-il, compte tenu de ce qui est dit précédemment (1), de travaux aussi importants que les filières porcine et avicole ou des problèmes d'hygiène majeurs sont encore loin d'être résolus.

– Ce constat ne signifie pas que les produits issus des première et deuxième transformations de la filière ovine ne posent pas des problèmes de conservation. Les travaux de Burandé et Bécherel (1991) montrent qu'une grande hétérogénéité des performances est observée, selon la charge microbienne et le type de conservation envisagée.

On peut considérer d'après ces travaux que la plupart des conclusions établies pour la filière bovine sont valables dans la filière ovine, dans la mesure où les performances de conservation et les flores qui se multiplient sont pratiquement identiques quels que soient les modes de conditionnement.

4.1. CONSERVATION À L'AIR SOUS FILM ÉTIRABLE

Ce procédé autorise des DLC de 5 jours au maximum pour l'agneau, en raison de la très grande variabilité des taux de contamination microbienne avant conditionnement. Au-delà, des altérations de la couleur (apparition de metmyoglobine brune) dues en partie au développement des bactéries aérobies du genre *Pseudomonas* qui rendent les produits impropres à la commercialisation.

4.2. SOUS VIDE

Les problèmes organoleptiques restent limités jusqu'à 14 jours de conservation à (0 + 2°C). Toutefois, pour les mor-

ceaux avec os (par exemple côtes découvertes, tranches de gigots avec os) la flore microbienne est dominée par les flores d'altération (*Brochothrix*, Entérobactéries) dont la charge peut entraîner des odeurs désagréables. Par contre, pour les morceaux sans os (par exemple tranches de gigots désossés), il est possible d'envisager une conservation au-delà de 21 jours à condition de maintenir un froid correct (0 + 2°C). Les bonnes performances de la conservation sous vide dépendent toutefois beaucoup de la résistance des films (notamment aux os plus ou moins pointus), de leur perméabilité et de la présence de gras, souvent plus favorable à la croissance des bactéries d'altération. Un vide imparfait et /ou des poches d'air emprisonnées lors du conditionnement initial rendent illusoire toute conservation au delà de 21 jours.

4.3. EN ATMOSPHERE MODIFIEE

4.3.1. Mélange ternaire (66 % d'O₂, 25 % CO₂, 9 % N₂)

Les morceaux de détail n'arrivent en limite d'acceptabilité commerciale qu'après 8 ou 14 jours de stockage. Après ce délai, c'est la couleur qui se dégrade sans que cette dégradation soit due aux bactéries. Le mélange gazeux (66 % d'O₂, 25 % CO₂, 9 % N₂) autorise des DLC de 9 jours qui sont en deçà du potentiel de ce type de conservation.

4.3.2. CO₂ pur

Ce mode de conditionnement est de loin celui offrant le plus de garantie quant au délai de conservation (plus de 28 jours à 0 + 2°C). Par rapport au sous vide, il est particulièrement avantageux notamment pour le conditionnement de morceaux avec os pour lesquels il est difficile de réaliser un bon conditionnement. Ce mode de conservation qui augmente légèrement les pertes de masse par rapport au sous vide et qui peut donner une viande moins bien acceptée du point de vue organoleptique, reste cependant très intéressant si l'on évite la présence d'oxygène résiduel dans les sacs.

CONCLUSIONS

Les TIAC et viandes bovines

En France, les foyers de toxi-infections alimentaires collectives pour 1995 se comptaient au nombre de 395. Parmi celles-ci, les viandes bovines ne sont concernées que pour 1 à 3 % des cas, ce qui est très faible. A cela deux raisons principales, premièrement, la technologie d'abattage qui intègre une élimination précoce de vecteurs potentiels de la contamination, viscères, mais surtout peau et poils, et deuxièmement, une hygiène stricte des circuits réfrigérés. Par ailleurs, le principe de la marche en avant qui élimine les croisements entre les circuits des animaux en l'état et la viande, limite de nos jours pour une grande part, les contaminations croisées. Par comparaison, et contrairement aux bovins, porcs et volaille rentrent dans la chaîne du froid avec l'intégrité de leur peau, ce qui a pour conséquence d'augmenter considérablement les risques de transfert des germes pathogènes vers les produits carnés qui en sont issus, lors de la découpe. Ainsi, les viandes de volaille (surtout) et de porc sont très fréquemment, pour ne pas dire presque toujours, contaminées par des *Salmonelles* et des *Campylobacter*. En plus de cette spécificité, il faut ajouter que les cadences d'abattage imposées à ces filières, multiplient les risques de contamination, dont il est question tout au long de ce texte.

Malgré une situation qui peut paraître très favorable à la filière bovine (notamment pour ce qui concerne les listérioses d'ori-

gine alimentaire), il convient de souligner que cette filière n'est cependant pas exempte de bactéries pathogènes et qu'il faut rester très vigilant. Ainsi, dans certains abattoirs, 90 % des carcasses à l'état pantelant, hébergent des *Salmonelles* au niveau de leur cuir. Deuxièmement, concernant le sérotype vérotoxique O157 H7 de *Escherichia coli*, qui semble assez répandu dans le cheptel bovin partout en Europe, notamment en Grande Bretagne, peu d'informations sont disponibles actuellement sur sa situation en France, mais il est probable que cette bactérie, et d'une façon générale tous les *E. coli* vérotoxiques, sont bien présents dans nos troupeaux.

Si l'on veut maintenir la situation favorable, du point de vue de l'hygiène, de la filière bovine en France, les procédures de prévention contre les contaminations dont il est question dans ce dossier, doivent être absolument respectées et intégrées dans une démarche HACCP qui est la seule à pouvoir minimiser les risques de contaminations de la viande par des bactéries pathogènes. A ces mesures, on peut envisager d'en ajouter d'autres, qui pourraient en renforcer l'efficacité. Ainsi, si l'introduction sélective, sur la chaîne d'abattage d'animaux propres, est parfois mise en pratique, on pourrait imaginer d'introduire en plus, la décontamination de la dépouille des animaux avec le cuir, juste après la mort, selon une procédure ressemblant à celle utilisée pour laver automatiquement les voitures avec des brosses rotatives. Bien maîtrisée, cette procédure pourrait éliminer efficacement tous les pathogènes pouvant être amenés par la peau et les poils (*Salmonelles*, *E. coli* - VTEC ou non -, mais aussi *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, etc.) et contribuer à donner à la viande bovine une image santé (que ne possède pas la viande de porc par exemple) qu'elle a beaucoup perdu ces dernières années, pour les raisons que l'on connaît. Il n'est pas exclu également que l'introduction d'une circulation d'air à contre courant de la marche en avant de la chaîne puisse limiter les contaminations provenant de l'air forcément contaminé du hall d'abattage.

Burande, L., Becherel, F. 1991. Conditionnement de la viande ovine à l'état réfrigéré. Document ITOVIC.

Cartier, P. 1993 a. Qualité bactériologique des viandes hachées : interprétations et intérêt des contrôles réalisés sur la matière première. Compte rendu de l'institut de l'élevage/INTERBEV.

Cartier, P. 1993 b. Evolution de la charge bactérienne et de l'état de propreté des cuirs de gros bovins, de la ferme au poste de dépouille. Compte rendu de l'institut de l'élevage/INTERBEV.

Cartier, P. 1996. Guide de mise en place des contrôles microbiologiques en abattoir et ateliers de découpe de gros bovins. Compte rendu de l'institut de l'élevage/INTERBEV/OFIVAL.

Cartier, P. 1997. Rationnalisation et validations statistiques des plans de contrôles microbiologiques en abattoir et atelier de découpe des gros bovins étude. Institut de l'élevage/INTERBEV/OFIVAL (en cours).

CERTIVIANDES, 1994. Guide d'application de la méthode HACCP pour les industries de la viande.

Fournaud, J. 1993. In POLYTECHNICA (Editor), La qualité microbiologique des aliments, Maîtrise et critères. Paris, Partie 3.

ITOVIC, 1991. Performances de conservation en portion consommateur de la viande d'agneau conditionnée à l'état frais. Plaquette ITOVIC.

Legrand, I. 1997. *E. coli* O157:H7 et autres *E. coli* producteurs de verotoxines : des bactéries mortelles. VPC, 18, 213-221 et 257-263.