

JEAN LABADIE

Laboratoire de Microbiologie  
INRA de Clermont-Theix - 63122. St Genés Champanelle.

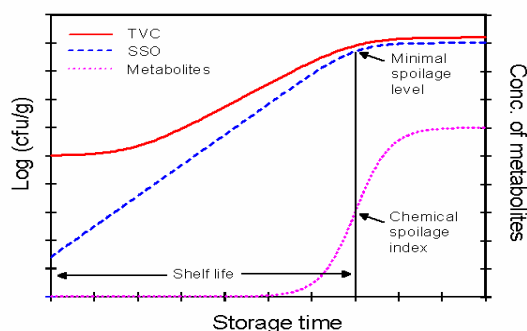
## Introduction :

Les produits carnés, comme de nombreux produits alimentaires soumis, en ateliers, à des transformations diverses, sont le support de multiples micro-organismes qui vont se développer plus ou moins abondamment selon le type de modifications imposées et les paramètres physico-chimiques qui sont choisis pour obtenir le produit escompté. En fait, pour les microbiologistes, les ateliers de transformations constituent, tous, des milieux qui répondent très exactement à la définition de ce que les écologistes, au sens large, entendent par « écosystème » : Ainsi, un écosystème c'est l'association dynamique de deux composantes en interactions permanentes, i) Un biotope ayant une dimension spatio-temporelle bien délimitée ii) Une communauté d'organismes vivants ayant des propriétés caractéristiques. Par ailleurs, un écosystème est aussi, fondamentalement, une unité en changement permanent dont les modifications dépendent des flux d'énergie qu'elle reçoit. Il n'est donc pas besoin d'être un spécialiste de l'écologie ou de la technologie des produits carnés pour comprendre que les ateliers de transformations des viandes et les micro-organismes qui y résident, constituent de vrais écosystèmes au même titre que des milieux très différents comme une forêt, un lac, un fond marin ou un atoll corallien. Cependant et compte tenu des types de transformations que subissent les viandes et produits carnés, on peut distinguer deux ou éventuellement trois grands groupes d'écosystèmes : ceux qui influencent la qualité des produits frais, ceux qui influencent les produits de salaisons et ceux qui influencent la qualité des produits thermisés. Nous ne parlerons dans cet exposé que des deux premiers, le troisième impliquant souvent des micro-organismes non spécifiques des produits carnés.

## Les écosystèmes microbiens qui influencent la durée de vie des produits carnés frais.

Avant de préciser la nature et la composition de ces écosystèmes, il convient de comprendre comment s'effectuent les contaminations microbiennes dans les premières étapes de transformations des produits carnés.

Il est généralement admis que les muscles des animaux qui vont donner la viande et produits carnés que nous consommons sont stériles, ou éventuellement faiblement contaminés, mais dans des proportions très faibles. C'est donc la transformation, au sens large, qui va amener progressivement les flores microbiennes présentes en surfaces des animaux ou dans les organes contaminés (tube digestif principalement) des animaux vers la surface voire le cœur des produits carnés. Ces flores microbiennes sont elles mêmes issues d'écosystèmes très divers, eaux, sols, végétaux, tube digestif, peau, etc.. Si l'on tient compte de l'énorme richesse microbienne que cela représente en terme de quantité ou de biodiversité, on pourrait croire que les viandes et produits carnés sont extrêmement pollués et forcément dangereux à consommer. En fait, il n'en est heureusement le plus souvent rien, notamment parce que les opérations et paramètres mis en place dès le début des transformations visent à éliminer le plus possible la microflore contaminante, mais aussi à sélectionner et à orienter les flores résiduelles vers celles qui seront les plus longues à entraîner des altérations perceptibles dans les produits. Les micro-organismes qui résistent aux traitements choisis constituent presque toujours, ce que les anglo-saxons appellent des « Specific Spoilage Organisms », Bjorkroth *et al* (1998), ou en français des micro-organismes d'altération spécifiques (MAS). La figure 1, montre ce qui passe en général à l'intérieur d'un emballage d'un produit alimentaire quelconque au cours de la conservation au froid et quel que soit son mode de conservation.

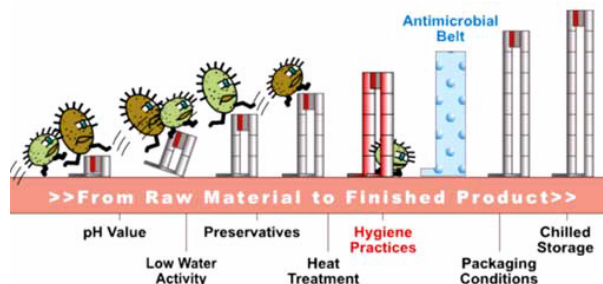


**Fig 1 :** Evolution de la microflore d'altération au cours de la conservation d'un produit alimentaire

TVC : bactéries dénombrées (flore dominante). SSO : micro-organismes d'altération spécifique. Shelf life : Durée de vie.

D'après Dalgaard (1995)

Les différents obstacles au développement des microorganismes lors des transformations des produits alimentaires ont été intégrés, par Leistner dès les années 80, dans un concept dit « concept des barrières » (« hurdle concept » en anglais) qui traduit le fait que plus on avance dans le circuit de transformation d'un produit alimentaire et notamment d'un produit carné, plus les obstacles mis pour éviter la présence ou la croissance des micro-organismes sont nombreux. La figure 2 résume le principe de ce concept. Le schéma présenté, bien que simple et trivial, montre incidemment que les variations individuelles et/ou par groupe, des valeurs de ces paramètres peut créer, parfois en grand nombre, dans les locaux ou dans les produits transformés, des sous écosystèmes, ou la spécificité des flores qui se développent peut être encore plus accentuée. Dans ces cas précis ce sont des souches, des variants, d'espèces spécifiques bien connues des produits carnés qui vont se développer dans les microfiores dominantes (et dont la spécificité par rapport à la sous niche créée est souvent ignorée).



**Figure 2:** les barrières antimicrobiennes utilisées pour inhiber ou détruire les bactéries d'altération dans les produits alimentaires. Leistner (1992)

Les produits carnés frais, sont très nombreux et leur inventaire serait très long à faire. On peut néanmoins les séparer en deux grandes catégories, ceux qui sont conservés à l'air et au froid et ceux qui sont conservés au froid et sous atmosphères modifiées (y compris le sous vide).

Dans la première catégorie, si le froid appliqué peut varier en intensité, l'air au contact des produits est celui de l'atmosphère que nous respirons, dont la composition reste constante. Dans la deuxième catégorie une infinité de combinaisons peuvent être créées avec de nombreux gaz, dont du CO<sub>2</sub>, plus ou moins concentré, plus ou moins sous pression ; ce qui est valable pour le CO<sub>2</sub>, l'est également pour les autres gaz, N<sub>2</sub>, CO, oxygène, etc.. Si l'on prend en considération le fait que ces gaz peuvent être conditionnés sous des films de perméabilités très variables, selon leur nature et selon le temps, on pourrait être amené à croire que les flores sélectionnées vont être très diversifiées. En fait, il n'en est rien, même si la remarque que je formule au début de cette page au sujet de variants de souches d'espèces typiquement carnées s'adaptant à des sous écosystèmes créés par les emballages, est dans ce cas, sans doute, parfaitement valable. En fait, c'est ici que le substrat, « viande », *en combinaison* avec les autres paramètres, joue un rôle capital en dressant, par lui même, une barrière sélective intégrant structure, composition chimique et biochimique de la viande. C'est cette barrière sélective qui ne permet qu'à certaines flores spécifiques de se multiplier. En effet (et nous y reviendrons plus loin) la viande fraîche, en l'état, est un support solide, visco-élastique qui possède une composition particulière variant considérablement selon l'origine des viandes et les espèces considérées, mais dont certaines caractéristiques communes (fig 3) expliquent, en partie, la sélectivité. Ainsi, après la *rigor mortis*, le tissu musculaire ne contient que peu de peptides et d'acides aminés libres directement assimilables par les micro-organismes. Il est aussi pauvre en glucose, mais contient beaucoup de lactate et de Fer, et son pH est inférieur à pH 6.0. Il est et souvent proche de pH 5.4. Une telle composition chimique qui est celle d'un milieu biologique « épuisé » ou altéré, combinée à des paramètres tel que le froid, l'air et/ou des atmosphères modifiées, sélectionne une flore *typiquement carnée* que l'on retrouve toujours en proportions variables, quelque soient les combinaisons choisies.

#### Concentrations (mg/g)

Composés	pre	post
Créatine phosphate	3.0	
Créatine	4.5	6.5
Adenosine triphosphate	3.0	
Inosine monophosphate	0.2	3.0
Glycogène	10.0	1.0
Glucose	0.5	0.1
Glucose 6 phosphate	1.0	0.2
Acide lactique	1.0	9.0
Acides aminés	2.0	3.5
Dipeptides (anserine, carnosine)	3.0	3.0
pH	7.2	5.5

**Fig 3 :** Concentrations de quelques composés solubles de faible poids moléculaire dans la viande de bœuf avant et après la *rigor mortis*. Fisher et Augustini (1977)

## Produits carnés conservés à l'air et au froid

Pour tous ces produits, quelques espèces aérobies, psychrotrophes, sont la base du sous écosystème créé par les conditionnements. Le groupe des bactéries dominantes dans tous les produits carnés conservés à l'air, appartient au genre *Pseudomonas*. Il est intéressant de noter que la plupart des produits alimentaires conservés à l'air et au froid sont aussi contaminés par des *Pseudomonas*, qui sont à l'origine de leurs altérations. Ce constat pourrait amener à penser que les niches écologiques spécifiques, viandes, laits, poisson, ou produits végétaux, n'exercent aucune sélectivité sur ces bactéries. Il n'en est rien, car même si le genre *Pseudomonas* est connu pour occuper de très nombreuses niches écologiques aérobies, les espèces qui dominent, dans différents produits alimentaires sont souvent différentes. Dans les viandes, l'espèce *P. fragi* (et dans une moindre mesure *P. lundensis*) est celle qui domine largement la flore des viandes après quelques jours de conservations (Molin et Ternström, 1982). Cette espèce longtemps regroupée de manière très grossière, au sein des *Pseudomonas* dit « non pigmentés », croît plus rapidement à basses températures (y compris jusqu'à 25°C) que les *Pseudomonas fluorescens*. Les temps de génération sont respectivement pour *P. fragi* et *P. fluorescens* de 7,6 et 8,2 h (Lebert, Bégot et Lebert, 1998). Cette faible différence est sans doute suffisante pour expliquer la dominance, dans les viandes, de la première espèce. Mais quelle est sa signification en terme de meilleure adéquation à la niche écologique « viandes fraîches » ? En fait, on sait depuis assez longtemps que l'absence de pigmentation traduit au plan physiologique une incapacité (Champommier *et al*, 1996) à synthétiser les sidérophores (de couleur vert fluorescent) qui sont les transporteurs du fer indispensables, entre autres, au métabolisme respiratoire. Cette carence est compensée, chez les *Pseudomonas fragi* par l'importation de ce métal, complexé à d'autres composés chimiques le contenant, et présents dans la viande, hémoglobine, aérobactine, transferrine, lactoferrine (Champommier-Vergés, Stinzi, Meyer, 1996). Compte tenu de l'abondance de ces composés dans le muscle, l'économie d'énergie réalisée, sous la forme d'ATP non consommé pour synthétiser des sidérophores, est sans doute un des éléments clé (avec d'autres propriétés telles que le psychrotrophisme) qui explique pourquoi, l'espèce *P. fragi* domine les viandes par rapport aux autres espèces après quelques jours de conservation à l'air. D'autres hypothèses, non démontrées à ce jour, ont été avancées pour expliquer l'avantage écologique des *Pseudomonas fragi* (Labadie, 1999) en milieu carné, en particulier la possibilité d'une synthèse de protéases uniquement induite par certains peptides, issus de la viande et au sein de vésicules membranaires, qui seraient excrétées par les bactéries pour les aider à pénétrer profondément les tissus musculaires. Un tel mécanisme a été observé au moins chez une souche de *P. fragi*, Thompson *et al* (1985) et démontrée sur une espèce pathogène proche, *Pseudomonas aeruginosa*. (Kadurugamuwa et Beveridge, 1995)

Pour une autre espèce bactérienne aérobie uniquement isolée de la viande (ou du muscle de poisson), *Brochothrix thermosphacta*, il est en première analyse plus difficile d'expliquer sa présence dans la viande par un avantage écologique conféré par la viande. La recherche de sa niche écologique d'origine, a été réalisée par Talon (1984) dans différents milieux environnant les animaux de boucherie depuis leur lieu d'élevage jusqu'à l'abattoir et les salles de découpe. Bien que rien de très concluant n'ait pu être établi, il semble que les sols cultivés ou non, d'où ont pu être isolés quelques souches de *B. thermosphacta*, (mais aussi une espèce très proche, *Brochothrix campestris*) soit à l'origine de sa présence dans les viandes. *B. thermosphacta* se multiplie remarquablement bien dans les viandes fraîches et il semble au regard de sa croissance à basses températures, qu'à lui seul, son caractère psychrophile, voire presque psychrophile (la bactérie possède un optimum de température proche de 20°C et peut croître à 0°C), soit un élément très important expliquant sa multiplication dans des produits carnés réfrigérés. Si l'on examine ses propriétés biochimiques, l'utilisation du glucose et du glutamate ont été démontrées dans les viandes (Gill et Newton, 1977) mais ne sont pas suffisantes pour expliquer pourquoi *B. thermosphacta* se développe dans les produits carnés. Une des clés, expliquant la préférence carnée de *B. thermosphacta*, vient peut être de la mise en évidence (Gardner, 1982), de peptidases uniquement produites par cette bactérie au contact de jus de viande, ou encore, de l'existence d'une glycérol ester-hydrolase active dans la viande, (Gardner, 1982). Malheureusement, cette bactérie n'a fait l'objet d'aucun travail fondamental en physiologie et notamment à basses températures, aussi, il est difficile d'aller au delà de simples hypothèses. On peut donc supposer que la viande permet à cette bactérie d'exprimer certaines potentialités spécifiques, mais également que sa composition particulière *post rigor*, favoriserait *B. thermosphacta*, en lui permettant d'utiliser, à basses températures, et mieux que d'autres bactéries, différents produits terminaux du métabolisme musculaires et/ou lipidiques.

## Produits conservés, sous vide ou en atmosphères modifiées

La conservation sous vide ou en atmosphères modifiées, combinées à la réfrigération, exerce une très grande pression de sélection sur la flore microbienne. Les viandes conservées sous vide, et particulièrement les viandes bovines, sont très stables au froid en raison de l'absence d'oxygène qui ne permet en général que la survie et la croissance d'une flore lactique pouvant atteindre  $10^7$  voire  $10^8$ /g ou cm<sup>2</sup> de produit. D'autres bactéries sont capables de se développer, mais en général, leur croissance est faible. De ce fait, et en raison de l'impact organoleptiques limité des flores lactiques, les viandes sous vide se conservent en général sans problème pendant 3 à 4 semaines à 0°C (Dainty et Mackey, 1992). Hormis, les atmosphères modifiées contenant du CO<sub>2</sub> pur ou sous pression avec absorbeur d'oxygène, qui permettent au minimum des conservations de 28 jours à +2°C (Renner, 1986), les atmosphères modifiées contenant deux (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) ou trois gaz (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>), ne permettent que des conservations plus limitées dans le temps. Par exemple, un mélange contenant 66% d'oxygène, 25% de CO<sub>2</sub>, et 9% de N<sub>2</sub>, ne permet qu'une conservation de deux semaines à +2°C

(Christopher, Smith, Dill, Carpenter et Vanderzant, 1980). Cette moindre conservation tient évidemment à la présence d'oxygène, nécessaire au maintien d'une couleur attractive, mais qui permet en contre partie, la croissance des *Pseudomonas* spp, de *B. thermosphacta* et des *Psychrobacter* spp (anciennement *Acinetobacter* spp). A part la présence de CO<sub>2</sub>, ou au contraire l'absence de gaz, les autres facteurs expliquant la sélectivité de ce mode de conservation sont, une fois de plus, la psychrotrophie des bactéries qui dominent la flore microbienne. C'est particulièrement vrai pour les espèces qui sont toujours présentes dans ces produits, mais qui ne constituent qu'une sous partie de la flore, *Enterobacter* spp, *Hafnia* spp, *Citrobacter* spp. Ces entérobactéries arrivent à croître, en raison de leur relative psychrotrophie, mais ne sont pas le plus souvent des micro-organismes d'altérations spécifiques d'une part dans la mesure ou elles n'atteignent que des concentrations limitées en fin de conservation (moins de 10<sup>3</sup>/g) et d'autre part ou on les trouve dans d'autres aliments réfrigérés (Blixt et Borch, 1996). Les écosystèmes des produits carnés conservés sous vide ou en atmosphères contrôlées sont systématiquement dominés par des bactéries lactiques qui elles, sont vraiment typiques des produits carnés. Ainsi, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Leuconostoc gelidum*, *Leuconostoc carnosum*, *Carnobacterium piscicola*, *C. divergens* peuvent y être isolés selon les produits. Toutes ces espèces sont psychrotrophes, mais toutes se développent préférentiellement sur substrats carnés (y compris le muscle de poisson). La présence de quantités importantes de bactéries lactiques non protéolytiques sur un substrat riche en protéines et pauvre en sucres peu paraître, à première vue, très surprenante. En réalité, on est longtemps resté incapable de vraiment comprendre pourquoi par exemple *L sakei* arrivait à dominer la flore microbienne des viandes conservées sous vide et maintenues au froid. Depuis le séquençage du génome de cette bactérie en 2005, et la comparaison des gènes et opérons qu'on y a trouvé avec ceux d'autres espèces proches de lactobacilles, il semble que des pistes sérieuses et nouvelles permettant de lier *L sakei* à son substrat carné se fassent clairement jour. Ainsi, bien que la psychrotrophie marquée de *L sakei* soit évoquée dès les années 1980 par Reuter pour expliquer sa domination, rien ne permettait de lier cette propriété à des gènes impliqués dans la résistance au froid. Chaillou *et al* (2005) ont clairement montré la présence de 4 gènes codant de petites protéines de chocs froids, les Csp's déjà connues chez d'autres espèces bactériennes pour leur permettre de s'acclimater et de croître au froid (Hebraud *et al*, 1994) ; un nombre aussi élevé de ces gènes est cependant rare chez les bactéries lactiques. Ainsi, ils ne sont que 3 chez *L plantarum* qui occupe pourtant des niches écologiques environnementales proches de celles de *L sakei* et que l'on peut parfois isoler des produits carnés. Un seul de ces gènes existe chez *L acidophilus*, bactérie dont la niche écologique est à température constante (37°C), le tube digestif des mammifères. La viande est comme nous l'avons déjà dit, un milieu pauvre en glucose, et la mise en évidence d'un petit nombre de systèmes de transports de ces sucres, chez *L sakei* semble aussi aller dans le sens d'une adaptation à ce milieu. Ceci étant, et pour compenser, l'absence de glucose dans les produits carnés, *L sakei* semble pouvoir utiliser le ribose provenant de la dégradation de l'IMP et de l'inosine, présents dans la viande en concentrations 30 fois plus importantes que le glucose (Fig 3). Enfin, l'existence de voies d'utilisation du glycogène et de l'arginine (démontrée dans les produits carnés) semble aussi nécessaire pour assurer certains besoins en énergie de cette bactérie lactique.

L'analyse du génome de *L sakei* révèle également, l'existence de 40 gènes d'oxydo réduction impliqués dans la résistance au stress en général et notamment au stress oxydatif. De ce fait, *L sakei* paraît ainsi être un des lactobacilles les mieux armés pour combattre le stress oxydatif et s'adapter aux variations de concentrations d'oxygène, notamment celles qu'elle peut rencontrer dans la viande. Par ailleurs, la présence d'une catalase dont l'hème pourrait être fourni par la viande, et d'enzymes impliqués dans la production d'eau oxygénée révèle une grande souplesse d'adaptation et peut être aussi un élément d'explication à certaines inhibitions exercées par *L sakei* vis à vis d'autres bactéries concurrentes dans les produits carnés. Enfin, la présence de transporteur de composés osmoprotectants en nombre plus important que chez de nombreux lactobacilles, révèle une aptitude à la résistance au sel qui explique en partie pourquoi cette espèce est présente dans les produits de salaisons.

On voit donc que *L sakei* est particulièrement bien adapté à l'écosystème « viandes » en général et au sous écosystème « viandes sous atmosphères modifiées » en particulier. Il est probable que certaines des caractéristiques génétiques mises en avant chez *L sakei* se retrouvent chez les autres espèces de bactéries lactiques déjà citées et également typiques des substrats carnés, *L. gelidum*, *L. carnosum* ou encore *C. piscicola*. Toutefois en absence d'études approfondies, les bases de l'adaptation de ces bactéries aux substrats carnés restent à ce jour hypothétiques.

### Les écosystèmes microbiens des produits de salaisons

Les produits de salaisons dont la microflore joue un rôle capital sur l'évolution et les qualités organoleptiques sont surtout des produits fermentés et en particulier les saucissons secs ou produits équivalents. Une différence principale caractérise les produits carnés fermentés par rapport aux produits frais, c'est le fait que les technologues essaient, dans ces produits, de favoriser au mieux le développement de ferments typiques des produits carnés, appartenant principalement aux genres *Lactobacillus* (*L. sakei*, *L. curvatus*, *L. plantarum*) et *Staphylococcus* (*S. xylosum*, *S. equorum*, *S. saprophyticus*, *S. carnosus*, *S. succinus*, *S. warneri*) et qui sont responsables de sa transformation en véritables saucissons, des mélanges de gras et maigre (mêlés), utilisés au début de leur fabrication. Ces ferments produisent, prioritairement, au cours de leur croissance, de l'acide lactique qui est nécessaire au bon déroulement du processus de fabrication et qui contribue à inhiber les flores microbiennes indésirables. Dans les produits de type saucisson sec, les ferments sont donc les alliés du technologue, c'est un peu le contraire de ce qui se passe dans les produits frais où la flore microbienne est, le plus souvent, son ennemie. Ceci étant, pour obtenir à coup sûr le développement de cette flore carnée désirée par fermentation homo-lactique du glucose ou du saccharose, trois

opérations sont souvent nécessaires, ou mises en œuvre dans la plupart des ateliers de fabrications à grande échelle, ou industrielles, de saucissons secs :

- 1) L'ajout dans les mêlées, de sucres (de sel et d'épices) en début de transformation pour favoriser le développement de la flore lactique *spécifique*.
- 2) L'ajout de ces ferments *spécifiques* sélectionnés au préalable pour leur aptitude à se développer dans les saucissons et à produire les arômes recherchés par les consommateurs après une période de maturation-séchage.
- 3) Un étuvage des saucissons à des températures proches de 23°C.

Ces deux opérations sont suivies d'une phase de maturation-séchage, qui

- i) Favorise le développement de la couleur des saucissons et la production des arômes de salaisons, produits du métabolisme des ferments dans les viandes
- ii) Tend à éliminer les flores non ferments nuisant aux qualités organoleptiques et hygiéniques.

Il est donc clair que les écosystèmes microbiens des produits carnés fermentés, sont véritablement orientés et « construits » quantitativement et qualitativement par les salaisonniers depuis la phase d'embossage des saucissons jusqu'à la fin des opération de maturation-séchage.

Dans, certains cas cependant, ces trois opérations ne sont pas toutes mises en œuvre, notamment dans de nombreuses fabrications artisanales, ou fermières, où la flore nécessaire aux fermentations est uniquement apportée par les contaminations naturelles de la mêlée (mélange de gras, de maigre de porc, et d'épices introduit dans les boyaux servant à faire les saucissons) et dont le développement n'est pas favorisé par l'apport de sucre; la flore de fermentation, dans ces petits ateliers, pourrait aussi éventuellement être apportée par les locaux de fabrication, mais la part des locaux dans l'apport des ferments désirés est très faible, voire nulle, selon les travaux très récents de Talon *et al* (2006). Dans les produits fermiers, la fermentation est donc *uniquement* le fait de ferments (encore assez mal connus, Talon et al 2006) dont la présence est espérée, mais non certaine, dans les mêlées initiales, compte tenu des nombreux facteurs pouvant affecter leur présence au plan quantitatif et qualitatif. Ainsi, seules les conditions choisies au cours de la fermentation et de la période de maturation séchage, permettent de faire émerger la flore lactique d'intérêt. Malgré ces difficultés, les écosystèmes microbiens des salaisons fermières sont presque toujours *dominés par des bactéries très bien adaptées aux conditions imposées*, même si parfois la fermentation est insuffisante (pH final trop haut pH 6.0-6.2 au lieu de pH 5.0-5.2). De telles valeurs couplées à une maîtrise de l'hygiène de fabrication insuffisante, peuvent expliquer des charges importantes de bactéries d'altérations (et/ou productrices d'amines biogènes) qui sont parfois constatées au moment de la commercialisation des produits fermiers, Talon *et al* (2006).

Dans le cas des fabrications industrielles, les flores ajoutées pourraient, en théorie, entrer en compétition avec les flores déjà présentes dans les produits et parfois être supplantées par ces dernières. En réalité, depuis de nombreuses années l'ajout de ferments exogènes est bien maîtrisé (*surtout depuis que l'on introduit des ferments issus d'écosystèmes microbiens carnés*) et les produits ainsi obtenus présentent des pH suffisamment bas (proches de pH 5.0) et des caractéristiques organoleptiques bien standardisées.

## Conclusion :

La viande est un support-substrat qui exerce en combinaison avec les autres paramètres de transformations nécessaires à l'élaboration des produits carnés, une pression de sélection qui fait émerger une flore microbienne originale, bien adapté au substrat viande. Il serait intéressant pour toutes les bactéries en cause, et notamment les bactéries lactiques, de déterminer parmi leur propriétés celles qui peuvent expliquer leur multiplication préférentielle, ou celles qui déterminent leur avantage écologique dans les substrats carnés. Une bonne utilisation de ces propriétés, pour sélectionner les souches ou espèces les plus performantes, permettraient de les employer éventuellement comme nouveaux ferments dans les produits de salaisons, mais aussi pour inhiber le développement des flores indésirables, flores d'altérations, voire flores pathogènes dans les produits carnés conservés en l'état.

## Bibliographie

- Bjorkroth K. J., Vandamme P., Korkeala H. J., Appl Environ Microbiol., 1998, 64(9), 3313-9.  
Blixt Y., and Borch E., 1966. In K. I. Hildrum (ed.), 42<sup>nd</sup> ICoMST. Poster proceedings E-12, pp 191-192.  
Chaillou S., Champomier-Verges MC., Cornet M., Crutz-Le Coq AM., Dudez AM., Martin V., Beaufils S., Darbon-Rongere E., Bossy R., Loux V., Zagorec M. 2005. Nat Biotechnol. 23(12), 1527-33.  
Champomier-Verges MC., Stintzi A., Meyer JM., 1996. Microbiology., 142, 1191-9.  
Christopher F. M., Smith G. C., Dill C. W., Carpenter Z. L., 1980. Journal of food protection., 43, 268-271.  
Dainty R. H., Mackey B. M., 1992, Soc Appl Bacteriol Symp Ser. 1992. 21, 103S-14S  
Dalgaard P., 1995, Int. J. Food Microbiol. 26, 305-317.  
Fisher C., Honikel K. O., 1977, Fleischwirtschaft, 57, 1348-1350.  
Gardner G. A., 1982. In: Psychrotrophic micro-organisms in spoilage and pathogenicity. T., A., Roberts Ed. Ch 14., pp 139-173.  
Gill C.O., Newton K.G., 1977, J Appl Bacteriol., 43(2):189-195.  
Hebraud M., Dubois E., Potier P., and Labadie J., 1994. Journal of Bacteriology, 176, 4017-4024.

- Kadurugamuwa J. L., Beveridge T. J., 1995. *J Bacteriol.*, 177(14), 3998-4008.
- Labadie. J., 1999. *Meat Science.*, 52, 299-305.
- Lebert I., Bégot C., Lebert A., 1998, *Int. J. Food Microbiol.*, 39(1-2), 53-60.
- Leistner L., 1992, *Food research International*, 25, 151-158.
- Molin G., Ternström A., 1982, *J General Microbiology*, 128, 1249-1264.
- Renner M., 1986, *Meat Chilling*. Bristol, UK: C2 commission.
- Talon R., 1984, *Colloque SFM. Abstracts P4* , 8-9 Novembre.
- Talon R., 2006, *Projet européen QLK1-CT-2002-02240. Assessment and improvement of safety of traditional dry sausages from producers to consumers. TRADISAUSAGE (2003-2006).*
- Thompson S. S., Naidu Y. M., Petska J. J., 1985, *Applied and Environmental Microbiology*, 50, 1038-1042.