



## Viande bovine et micro-organisme pathogène

# La température et la durée de stockage sont des facteurs déterminants

La température (7°C-8°C versus 2 °C) et la durée de stockage donnent l'occasion aux germes pathogènes de se développer dans la viande bovine, notamment *L. monocytogenes*, salmonelles et *E. coli* O157 : H7. Il faut donc maîtriser la chaîne du froid et sensibiliser le consommateur aux risques dans son réfrigérateur. La viande bovine ne semble pas constituer un substrat favorable au développement de *Campylobacter*, contrairement à la viande de volaille.

La contamination des carcasses lors des opérations d'abattage et la contamination des viandes lors des opérations de découpe, préparation, conditionnement, etc. sont des préoccupations constantes des industriels de la filière viande, d'autant plus qu'il n'existe pas de procédé de décontamination autorisé en France. De ce fait, une simple dérive peut être à l'origine de risques sanitaires pour les consommateurs.

Les micro-organismes : Salmonelles, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* et *E. coli* O157 : H7 font partie des germes pathogènes émergents dans la filière viande. Ils peuvent être à l'origine de maladies graves et peuvent poser un véritable problème économique et de santé publique.

À l'heure actuelle, peu de travaux ont été réalisés sur la croissance, la survie et le devenir de ces micro-organismes (lorsqu'ils sont présents dans la viande, même à faible concentration), au cours de la conservation. D'où l'objectif de la présente étude, cofinancée par l'Interbev et l'Ofival, qui consiste à réaliser desensemencements artificiels de trois produits de viande bovine (viande hachée, faux filet et foie de veau) avec 4 micro-organismes pathogènes (*L. monocytogenes*, *S. typhimurium*, *E. coli* O157 : H7 et *Campylobacter*) et, ensuite, de suivre leur évolution dans le produit en fonction de deux températures (2 °C et 8 °C), du mode de conditionnement (papier boucher et film étirable) et de la durée de stockage.

Science et technique

CHRISTIEANS S.

ADIV - 2 rue Chappe  
63039 Clermont-Fd cedex 2

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 3 types de viandes...

L'étude a porté sur 3 types de viandes bovines: une viande hachée à 15 % de matière grasse, une viande piécée (faux filet) et un abat (foie de veau).

Les différentes viandes ont été achetées dans un atelier industriel qui fournissait la viande le jour de la découpe ou de la fabrication.

### ... et 7 souches de pathogènes

*Listeria monocytogenes*: deux souches ont été employées dans cette étude (sur la base des recommandations du protocole de l'AFSSA), la souche de référence CIP 78.38 (sérovary 4b, de l'Institut Pasteur) et une souche de terrain isolée des produits carnés à l'Adiv.

*E. coli* O157 : H7 : deux souches ont été utilisées en mélange : une souche isolée des produits carnés et une souche isolée de selles de malades.

Salmonelle: la souche ensemencée dans cette étude est une *salmonella typhimurium*, isolée de produits carnés.

*Campylobacter*: deux souches appartenant aux espèces: *C. coli* et *C. jejuni* isolées de volailles, lors d'un projet Actia.

### Préparation des inoculums, taux et modes d'ensemencements

Les souches sont conservées congelées à -20 °C. Avant les manipulations, les souches sont décongelées, puis entraînées par trois repiquages successifs dans les bouillons correspondant. 24 heures avant l'analyse, les bactéries sont ensemencées dans des Erlenmeyer de 250 ml et laissées en agitation pendant 12 à 18 heures, jusqu'au début de la phase stationnaire. Les calculs sont ensuite effectués de façon à obtenir le taux d'ensemencement souhaité.

Les manipulations ont été réalisées séparément pour chaque groupe bactérien dans les 3 matrices et à raison de 3 répétitions par matrice.

Dans le cas de *L. monocytogenes*, *E. coli* O157 : H7 et *Campylobacter*, les deux souches testées ont été introduites en mélange dans le produit.

Dans la viande hachée, l'ensemencement a été réalisé directement dans la masse en veillant à bien homogénéiser le produit, alors que les autres échantillons ont été ensemencés en surface par pulvérisation.

Le taux d'ensemencement a été fixé à  $10^3$  -  $10^4$  cellules/g, à l'exception d'*E. coli* O157 : H7 pour lequel des doses de l'ordre de  $10^6$  germes/g ont été réalisés. Ce dernier taux a été employé sur la base des normes américaines.

### Deux températures pour des extrapolations

Les différents échantillons témoins ou ensemencés ont été ensuite conditionnés de deux façons : dans des barquettes sous film étirable dans du papier boucher

Les échantillons ont été stockés à deux températures différentes :

0 à 3 °C, température simulant une chaîne de froid bien maîtrisée (T1)

7 à 8 °C correspondant à la température de frigos ménagers (voire chaîne de froid mal maîtrisée): T2

Ces deux températures permettront de faire des extrapolations à d'autres cas de figure et fourniront des données pour des études de courbes de croissance ou de microbiologie prédictive.

### L. MONOCYTOGENES: ATTENTION AUX CHAÎNES DE FROID NON MAÎTRISÉES

Les résultats de l'évolution de *L. monocytogenes* au cours du stockage en fonction de la température et du mode de conditionnement apparaissent dans les figures 1 et 2. Il s'agit de la moyenne des 3 répétitions.

Dans la figure 1 (3 courbes correspondant aux 3 matrices étudiées), on constate que pour des ensemencements de l'ordre de 3,5 log germes/g, *L. monocytogenes* n'évolue pas ou très lentement (dans la viande hachée) à la température de 2 °C (T1). Par contre, pour des températures de l'ordre de 7 à 8 °C (T° 2), on note une augmentation significative de la population de *L. monocytogenes*. Cette augmentation est plus importante dans la viande ha-

### Analyses, normes et méthodes de recherche et dénombrement

L'analyse des flores inoculées (et des témoins) a été effectuée à J0, à 50 % DLC et à 100 % DLC.

Pour les essais ensemencés avec *L. monocytogenes*, le dénombrement a été effectué selon la norme NF EN ISO 11 290-2 (norme appliquée par notre laboratoire). Une confirmation de la souche *L. monocytogenes* a été réalisée par un isolement sur gélose spécifique et par un test biochimique.

Pour les ensemencements avec *Salmonella*, dans la mesure où il n'existe pas de méthode simple de dénombrement des salmonelles, une recherche de ce germe a été réalisée selon une méthode mise au point par l'Adiv, permettant de donner une idée sur le nombre de bactéries, sur la dernière dilution positive et sur la dernière dilution négative. En effet, dans la mesure où les échantillons de départ sont vérifiés pour leur absence de salmonelle et que les échantillons sont massivement inoculés, le dénombrement a été facilement réalisé sur un milieu chromogène: OSCM (Oxoid Salmonella Chromogenic Medium). Ce milieu de part ces caractéristiques biochimiques fait que les entérobactéries type *E. coli* donnent des colonies bleues, les bactéries Gram + sont inhibées alors que les salmonelles apparaissent rose. Pour bien confirmer la quantité des salmonelles présentes, la dernière dilution positive et la première dilution négative ont fait l'objet de recherche de salmonelle par le test rapide d'Oxoid (SRT Rapid).

Pour *E. coli* O 157 : H7, le milieu sélectif utilisé pour le dénombrement est le milieu CT SMAC : cette gélose est dérivée de la gélose Mac Conkey pour l'isolement des Entérobactéries, où le lactose a été remplacé par le sorbitol. En effet, la majorité des *Escherichia coli* fermentent le sorbitol et donnent des colonies roses, alors que *Escherichia coli* O157 : H7 ne fermentent pas le sorbitol et donne des colonies incolores. Pour augmenter sa sélectivité vis-à-vis des autres Entérobactéries qui se trouvent dans la viande, la gélose Mac Conkey au sorbitol est additionnée du mélange Céfexime-Tellurite de potassium, on obtient alors des colonies à l'aspect caractéristique, incolores, marron au centre après 24 heures à l'étuve à 30 °C.

Le milieu d'enrichissement choisi dans le cas des témoins (recherche) est le mEC (bouillon modifié *Escherichia coli*) supplémenté en Novobiocine N.

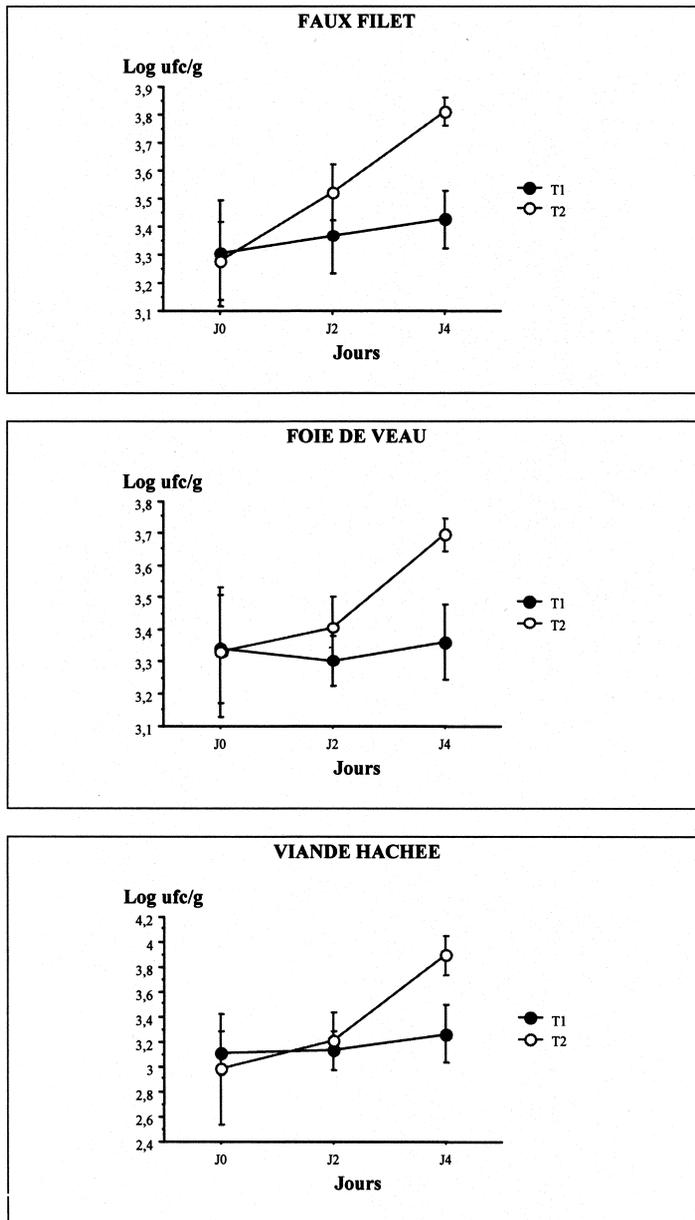
Pour les échantillons inoculés avec *Campylobacter*, le dénombrement n'a pas été réalisé dans la mesure où ce germe n'a pas montré sa capacité à s'implanter dans les produits testés.

### 3 répétitions et des traitements statistiques probants

Afin d'avoir une répétabilité des résultats, pour chaque essai, 3 répétitions ont été réalisées et des traitements statistiques ont été effectués avec Statview (test Anova). Ces tests ont permis de comparer les variances et les moyennes obtenues avec les différents protocoles de stockage. Ces traitements statistiques ont permis de dégager les résultats les plus significatifs.

chée que dans le foie de veau et le faux filet qui se comportent de façon similaire. Cet effet matrice peut être expliqué, d'une part, par le fait que la viande hachée qui est une viande reconstituée représente un milieu plus favorable à la croissance de cette bactérie et, d'autre part, par le fait que les contaminations ont lieu dans la masse et en surface alors que la contamination des deux autres matrices ne peut avoir lieu qu'en surface.

Figure 1 : L. MONOCYTOGÈNES PROLIFÈRE À 7°- 8 °C



Évolution de *L. monocytogenes* au cours du stockage en fonction de la température et du mode d'emballage

La comparaison des deux modes d'emballage testés (papier boucher et film étirable) montre que pour une température donnée pour la même matrice, *L. monocytogenes* évolue de façon similaire. En effet, dans la figure 2, on note une superposition des courbes pour les deux températures testées.

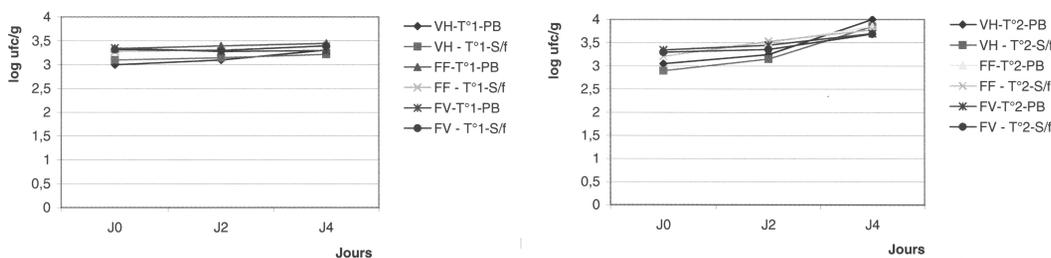
Les études statistiques pour les 3 matrices étudiées vis-à-vis de *L. monocytogenes* sont présentées dans les tableaux 2, 3 et 4. Les résultats d'analyse de la variance donnent des valeurs P qui permettent de conclure à un effet significatif des facteurs jour et température ( $p < 0,001$ ). Par contre, aucun effet significatif de l'effet conditionnement n'est observé.

De l'ensemble de ces résultats, on peut conclure que l'évolution de la population de *L. monocytogenes* dépend de la température de stockage et de la matrice contaminée alors qu'elle ne dépend pas des deux modes d'emballage testés dans cette étude.

*L. monocytogenes* est un germe psychrotrophe qui croît à des basses températures. Cependant, une chaîne de froid bien maîtrisée ne permet pas la croissance de ce germe et maintient constante une éventuelle contamination tout au moins pendant 4 jours de stockage, alors qu'une chaîne de froid mal maîtrisée favorise la croissance de *L. monocytogenes*.

Pour les témoins nonensemencés en *L. monocytogenes*, le tableau 1 montre une absence à tous les stades lors du stockage à 2 °C. Pour la température 2 (7 à 8 °C), cette absence reste valable pour le foie de veau et le faux filet alors que, pour la viande hachée, on note une présence à J4, mais avec un dénombrement inférieur à 100 germes/g de produit.

Figure 2: PEU D'EFFET EMBALLAGE



Évolution de *L. monocytogenes* en fonction de la température et de l'emballage

Tableau 1 : L. MONOCYTOGENE ET SALMONELLE : ATTENTION AUX CHAÎNES DE FROID NON MAÎTRISÉES

Listeria				
	VH-T°1-PB	VH-T°2-PB	VH - T°1-S/f	VH - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	<3	45	<3	30
FF-T°1-PB				
	FF-T°1-PB	FF-T°2-PB	FF - T°1-S/f	FF - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	abs	abs	abs	abs
FV-T°1-PB				
	FV-T°1-PB	FV-T°2-PB	FV - T°1-S/f	FV - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	abs	abs	abs	abs
Salmonelle				
	VH-T°1-PB	VH-T°2-PB	VH - T°1-S/f	VH - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	<3	45	<3	30
FF-T°1-PB				
	FF-T°1-PB	FF-T°2-PB	FF - T°1-S/f	FF - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	abs	abs	abs	abs
FV-T°1-PB				
	FV-T°1-PB	FV-T°2-PB	FV - T°1-S/f	FV - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	abs	abs	abs	abs
E. coli O157 : H7				
	VH-T°1-PB	VH-T°2-PB	VH - T°1-S/f	VH - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	abs	abs	abs	abs
FF-T°1-PB				
	FF-T°1-PB	FF-T°2-PB	FF - T°1-S/f	FF - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	abs	abs	abs	abs
FV-T°1-PB				
	FV-T°1-PB	FV-T°2-PB	FV - T°1-S/f	FV - T°2-S/f
Témoin J0	abs	abs	abs	abs
témoin J2	abs	abs	abs	abs
témoin J4	abs	abs	abs	abs

Evolution de Listeria, Salmonelles et E. coli O157 : H7 dans les viandes témoins au cours du stockage

### SALMONELLE : POPULATION STABLE MÊME À 7 °-8 °C

Pour les trois matrices, la recherche des salmonelles sur les témoins nonensemencés a donné des résultats négatifs (tableau 1). Ce résultat s'est maintenu quels que soient la matrice, le mode d'emballage, la température et la durée de stockage.

Pour les échantillonsensemencés avec les salmonelles, les résultats d'évolution de ce germe au cours du stockage en fonction de la température et le mode d'emballage sont présentés dans la figure 3. On constate que le stockage des viandes à 2 °C a permis de maintenir constant le taux d'ensemencement dans le foie de veau et la viande hachée et de diminuer la concentration bactérienne dans le faux filet. Par contre, au cours du stockage des échantillons à la température T2, on

observe une légère augmentation de la population de salmonelles dans la viande hachée et le foie de veau. Cette augmentation reste cependant non significative. Alors que dans le faux filet, on note un maintien des germesensemencés.

Comme pour *L. monocytogenes*, aucun effet emballage n'a été démontré.

Les résultats d'analyse de la variance (tableaux 5, 6 et 7) permettent de mettre en évidence des différences significatives de l'évolution de la population bactérienne en salmonelles. Cependant, l'observation des données montre que ces différences restent faibles et inférieures à 0,5 log (tolérance admise en bactériologie). Par contre, aucun effet significatif de l'effet emballage n'est observé, à l'exception d'une petite tendance pour le foie de veau lors du stockage sous film à la température 2 (P < 0,599).

### E. COLI O157 : H7 : UN EFFET TEMPÉRATURE SURTOUT EN VIANDE HACHÉE

De la même façon que pour les autres germes, les viandes témoins et les viandesensemencées avec *E. coli* O157 : H7 ont été analysées à J0, J2 et J4.

L'évolution d'*E. coli* O157 : H7ensemencé en fonction de la température et de l'emballage sont présentés dans la figure 4.

La recherche d'*E. coli* O157 : H7réalisée sur les témoins a montré l'absence de ce germe tout au long du stockage aux deux températures étudiées et pour les deux modes d'emballage testés (tableau 1).

Pour les échantillonsensemencés, de la même façon que pour *L. monocytogenes*, l'effet température est beaucoup plus marquant sur la viande hachée et le faux filet. Cet écart est plus important à la température 2 et particulièrement pour la viande hachée, pour laquelle on peut noter une augmentation de la population de l'ordre de 1,5 log, contre 0,8 log à 2 °C.

Ainsi, à 2 °C, si *Escherichia coli* O157 : H7 est présent, sa croissance est moins rapide qu'à 8 °C, température correspondant à un réfrigérateur ménager ou à une mauvaise chaîne du froid, ce quel que soit le mode d'emballage.

Cependant, le foie de veau ne semble pas contenir les substrats nécessaires à l'implantation d'*Escherichia coli* O157 : H7. En effet, contrairement à la viande hachée et au faux-filet, on observe sur les figure 4 une diminution de la population du germe dès J2 (50 % DLC). Cette réduction est moins flagrante à J2 lorsque le foie de veau est emballé dans le papier boucher, mais elle est incontestable à J4 : on pourrait penser à une hétérogénéité dans les ensemencements. Cette absence d'implantation dans le foie de veau peut être liée à la présence d'inhibiteurs dans cette matrice (organe d'élimination). Malheureusement, les trois répétitions réalisées dans cette étude ont été effectuées sur le même lot. L'étude de trois lots différents aurait peut-être permis de conclure ou non à la présence d'inhibiteurs éventuels ou à une matrice non adaptée à ce germe.

Parallèlement à cet effet matrice, quel que soit le mode d'emballage (papier



### UN EFFET DURÉE, UN EFFET TEMPÉRATURE, PAS D'EFFET CONDITIONNEMENT SUR *L. MONOCYTOGENE*

	DDL	Somme des carrés	Carré Moyen	Valeur de F	Valeur de p
<b>Tableau 2: FAUX FILET</b>					
Jour	2	0,640	0,320	19,927	< 0,0001
Conditionnement	1	0,037	0,037	2,310	0,1416
Jour*Conditionnement	2	0,004	0,002	0,136	0,8732
Température	1	0,258	0,258	16,059	0,0005
Jour*Température	2	0,259	0,129	8,058	0,0021
Conditionnement*Température	1	3,907E-4	3,907E-4	0,024	0,8773
Jour*Conditionnement*Température	2	0,012	0,006	0,376	0,6903
Résidus	24	0,385	0,016		

Tableau 3: FOIE DE VEAU

Jour	2	0,267	0,133	7,654	0,0027
Conditionnement	1	4,084E-4	4,084E-4	0,023	0,8796
Jour*Conditionnement	2	0,009	0,004	0,252	0,7793
Température	1	0,185	0,185	10,618	0,0033
Jour*Température	2	0,184	0,092	5,262	0,0127
Conditionnement*Température	1	0,013	0,013	0,743	0,3973
Jour*Conditionnement*Température	2	0,004	0,002	0,115	0,8915
Résidus	24	0,419	0,17		

Tableau 4: VIANDE HACHÉE

Jour	2	1,898	0,949	14,123	< 0,001
Conditionnement	1	0,046	0,046	0,690	0,4144
Jour*Conditionnement	2	0,032	0,016	0,235	0,7927
Température	1	0,328	0,328	4,897	0,0370
Jour*Température	2	0,940	0,470	6,995	0,0040
Conditionnement*Température	1	0,057	0,057	0,849	0,3661
Jour*Conditionnement*Température	2	0,003	0,002	0,023	0,9770
Résidus	24	1,613	0,067		

Test Anova - *L. monocytogenes*

### UNE ÉVOLUTION FAIBLE EN SALMONELLES

	DDL	Somme des carrés	Carré Moyen	Valeur de F	Valeur de p
<b>Tableau 5: FAUX FILET</b>					
Jour	2	0,952	0,476	50,094	< 0,0001
Conditionnement	1	0,001	0,001	0,129	0,7226
Jour * Conditionnement	2	0,063	0,032	3,319	0,534
Température	1	0,169	0,169	17,844	0,0003
Jour * Température	2	0,087	0,043	4,577	0,0207
Conditionnement * Température	1	0,001	0,001	0,066	0,7997
Jour * Conditionnement * Température	2	0,007	0,004	0,385	0,6844
Résidus	24	0,228	0,009		

Tableau 6: FOIE DE VEAU

Jour	2	0,009	0,004	0,711	0,5010
Conditionnement	1	0,025	0,025	3,899	0,599
Jour * Conditionnement	2	0,001	0,001	0,108	0,8983
Température	1	0,139	0,139	22,143	< 0,0001
Jour * Température	2	0,115	0,057	9,116	0,0011
Conditionnement * Température	1	0,022	0,022	3,417	0,0769
Jour * Conditionnement * Température	2	0,020	0,010	1,617	0,2194
Résidus	24	0,151	0,006		

Tableau 7: VIANDE HACHÉE

Jour	2	0,116	0,058	14,239	< 0,0001
Conditionnement	1	4,000E-4	4,000E-4	0,098	0,7570
Jour * Conditionnement	2	0,002	0,001	0,302	0,7421
Température	1	0,107	0,107	26,133	< 0,0001
Jour * Température	2	0,023	0,012	2,819	0,0795
Conditionnement * Température	1	0,005	0,005	1,317	0,2624
Jour * Conditionnement * Température	2	0,006	0,003	0,795	0,4633
Résidus	24	0,098	0,004		

Test Anova - *L. monocytogenes*

boucher ou sous-film), le germe en question évolue de façon identique. Par contre, la température présente un effet incontestable. En effet, l'analyse de la variance montre un effet significatif de la température et de la durée de stockage (tableaux 8, 9, 10) : l'évolution de la bactérie est plus importante à 8 °C (T2) qu'à 2 °C (T1). À 100 % DLC, les deux échantillons présentent des concentrations élevées mais avec un écart entre les deux matrices où l'implantation de la souche est présente. Cette analyse de la variance ne montre pas d'effet significatif pour les deux modes d'emballage testés.

### CAMPYLOBACTER: PAS DE PROBLÈME EN VIANDE BOVINE

Les *Campylobacters* sont des germes thermotolérants anaérobies et microaérophiles. De ce fait leur implantation dans les trois viandes testées n'a pu être obtenue. Bien que les études bibliographiques montrent la présence de ce germe sur les viandes après abattage, la phase de ressuage semble réduire ce germe de façon très importante.

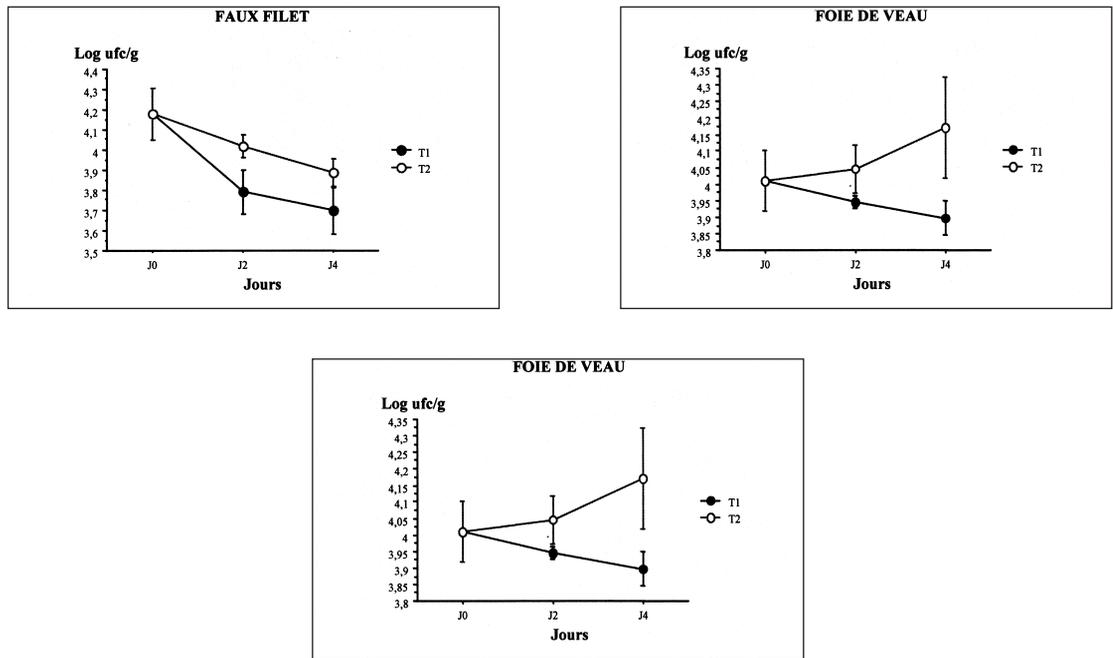
Ce germe adapté aux volailles, ne semble donc pas poser de problème dans les viandes bovines.

### UN EFFET INDÉNIABLE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA DURÉE DE STOCKAGE

L'ensemencement des 3 viandes avec le germe *Campylobacter* n'a pu être exploité dans cette étude car aucune implantation des souches ensemencées n'a pu être obtenue. *Campylobacter* est en effet un germe thermotolérant qui se trouve présent sur les carcasses après abattage mais dont le nombre est significativement réduit, voire absent à la sortie des frigos de ressuage. Donc, comme il a été déjà démontré dans la littérature, les viandes rouges comparativement aux viandes de volailles ne semblent pas être un bon substrat pour ce type de germe (Oosterom et al., 1983).

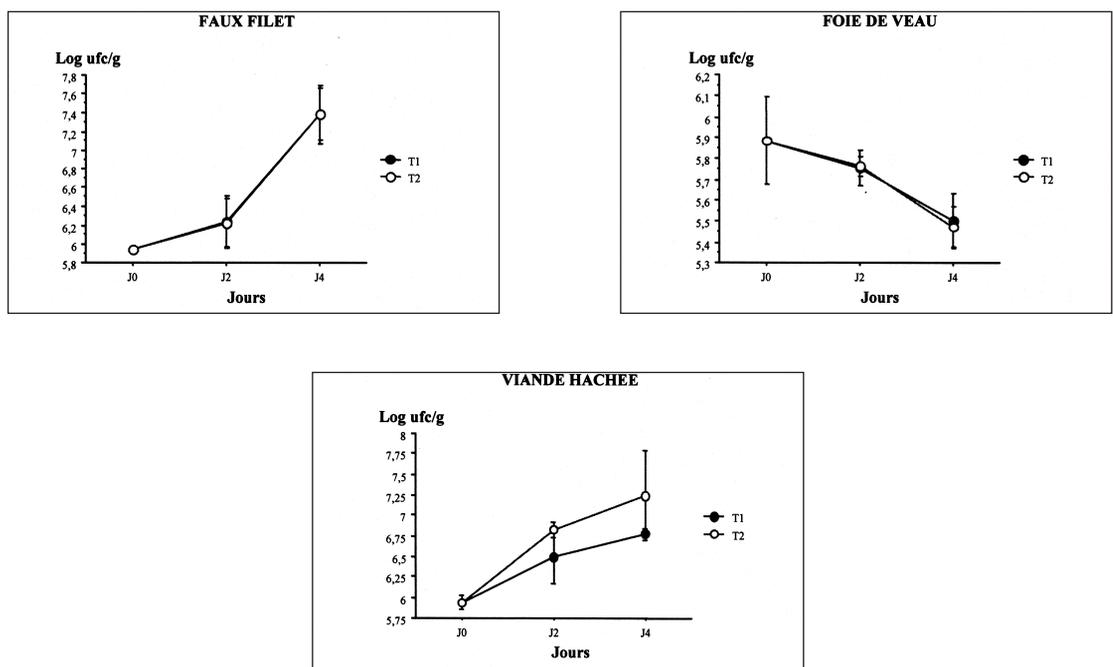
Pour les autres germes, les trois matrices étudiées semblent représenter des substrats favorables pour la croissance de *L. monocytogenes*. Cette croissance est beaucoup plus importante à une température de stockage de 8 °C qu'à la température de 2 °C particulièrement dans la viande hachée. *L. monocytogenes* est en effet un germe psychrotrophe capable de croître à une large

Figure 3: AUGMENTATION NON SIGNIFICATIVE DES SALMONELLES À 7° - 8 °C



Evolution de Salmonella au cours du stockage en fonction de la température et du mode d'emballage

Figure 4: LE FOIE DE VEAU : UN SUBSTRAT NON ADAPTÉ À E. COLI O157 : H7



Evolution de E. coli O157 :H7 au cours du stockage en fonction de la température et du mode d'emballage



### EFFETS SIGNIFICATIFS DE LA TEMPÉRATURE ET LA DURÉE DE STOCKAGE SUR E. COLI O 157 : H7

	DDL	Somme des carrés	Carré Moyen	Valeur de F	Valeur de p
<b>Tableau 8 : FAUX FILET</b>					
Jour	2	14,117	7,059	931,864	< 0,0001
Conditionnement	1	0,826	0,826	108,985	< 0,0001
Jour * Conditionnement	2	0,424	0,212	27,960	< 0,0001
Température	1	3,823E-4	3,823E-4	0,050	0,8242
Jour * Température	2	0,001	4,986E-4	0,066	0,9365
Conditionnement * Température	1	0,008	0,008	1,056	0,3143
Jour * Conditionnement * Température	2	0,004	0,002	0,264	0,7700
Résidus	24	0,182	0,008		
<b>Tableau 9 : FOIE DE VEAU</b>					
Jour	2	0,990	0,495	23,699	< 0,0001
Conditionnement	1	0,023	0,023	1,092	0,3065
Jour * Conditionnement	2	0,026	0,013	0,615	0,5487
Température	1	2,783E-4	2,783E-4	0,013	0,9091
Jour * Température	2	0,002	0,001	0,044	0,9572
Conditionnement * Température	1	0,012	0,012	0,565	0,4596
Jour * Conditionnement * Température	2	0,006	0,003	0,153	0,8586
Résidus	24	0,501	0,021		
<b>Tableau 10 : VIANDE HACHÉE</b>					
Jour	2	7,141	3,571	45,538	< 0,0001
Conditionnement	1	0,007	0,007	0,090	0,7668
Jour * Conditionnement	2	0,005	0,002	0,032	0,9688
Température	1	0,637	0,637	8,125	0,0088
Jour * Température	2	0,341	0,171	2,175	0,1355
Conditionnement * Température	1	0,045	0,045	0,575	0,4556
Jour * Conditionnement * Température	2	0,025	0,013	0,160	0,8531
Résidus	24	1,882	0,078		

Test Anova - *E. coli* O157:H7

gamme de température, entre -2 °C et 45 °C (Augustin, 1999). Dans notre étude, le maintien de la population à 2 °C correspond à un allongement de la phase de latence. Des stockages au-delà de 4 jours auraient probablement permis une croissance de ce germe.

Les études réalisées avec la souche de *Salmonella* montrent un maintien du taux d'ensemencement à 2 °C. Alors qu'à 8 °C, on note une très légère augmentation de la concentration des salmonelles, mais qui reste non significative. Le faux filet ne semble pas être un substrat favorable pour l'implantation de ce germe, dont la population a été réduite surtout à 2 °C. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les salmonelles ne sont pas des germes psychrotrophes. De ce fait, des basses températures (0 à 2 °C) ne permettent pas leur croissance. L'étude de l'évolution d'*Escherichia coli* O157:H7 dans les viandes bovines a montré que le foie de veau n'est pas

une matrice alimentaire propice au développement de ce genre. L'absence d'implantation dans cette matrice peut être liée à la présence d'inhibiteurs (antibiotiques par exemple). Par contre, le faux-filet et la viande hachée sont des matrices favorables au développement et à la croissance de cette bactérie, particulièrement la viande hachée. Cette dernière est considérée comme un excellent milieu de culture pour la plupart des micro-organismes de par sa composition chimique et les éléments qu'elle contient.

Enfin, il est important de noter que cette étude a permis de démontrer que les deux modes d'emballage testés ont des impacts similaires. À une température donnée, les différents germes ont évolué de façon quasi identique quel que soit le mode d'emballage testé. Cependant, il serait important de souligner que cette étude a été restreinte à deux modes de conditionnement et que d'autres modes qui pourraient être

étudiés en perspective (emballage sous vide, sous atmosphère modifiée...) auraient peut-être eu un impact différent.

La température de stockage des viandes présente un effet indéniable. Il est clair qu'une chaîne de froid bien maîtrisée ne permet pas la croissance des germes pathogènes et maintient constante une éventuelle contamination, à l'exception du germe *E. coli* O157:H7. La température de 8 °C, correspondant à un réfrigérateur ménager ou à une chaîne de froid mal maîtrisée entraîne un développement plus important de *E. coli* O157:H7 et de *Listeria*. Les consommateurs doivent donc prendre conscience de l'importance de la température de leurs réfrigérateurs sur la croissance des bactéries et, de ce fait, prendre des mesures de cuisson adéquates. D'ailleurs, dans cette étude, il aurait été intéressant d'étudier le comportement de ces germes à la cuisson en fin de DLC.