

## Actualité

# Formation de gaz dans la viande de bœuf emballée sous vide – un nouveau phénomène?

Dans la pratique, il arrive parfois que du gaz se forme dans les emballages de viande de bœuf sous vide réfrigérés. Ce phénomène commence par la formation de petites bulles qui s'accumulent dans l'emballage et le gonflent fortement, provoquant aussi une odeur désagréable. Selon la littérature à ce sujet, la cause en serait diverses sortes de bactéries du genre *Clostridium*. Le détachement de la peau à l'abattage semble être un facteur de propagation important, vraisemblablement encore renforcé par une mise sous vide trop rapide de la viande de bœuf dans les emballages. Sur la base d'expériences antérieures, des paramètres, qui permettent une première évaluation rapide des emballages gonflés, ont été testés à la station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP.

Un groupe de chercheurs anglais a décrit le phénomène à la fin de années 90 déjà (Dainty et al., 1989). Le gaz produit à cette occasion est qualifié au début de «soufflé», après 5 minutes, de «fruité» et de «semblable à du solvant», puis à partir de 10 minutes, de «fortement caséux» et de «semblable à de l'acide butyrique». Les auteurs ont pu identifier la cause: il s'agirait d'une espèce de clostridie; ils n'ont pas donné davantage d'informations. A l'occasion de la 43<sup>e</sup> semaine de Kulmbach, des scientifiques de l'Institut Max Rubner (MRI), de Kulmbach, ont présenté de nouveaux résultats de recherche dans lesquels la bactérie *Clostridium estertheticum* est mentionnée – en plus d'autres clostridies – comme étant la cause de ce phénomène (Ziegler et al., 2008). Selon la conférencière, *Clostr. estertheticum* peut produire des spores résistantes qui ne survivent qu'en l'absence d'oxygène et peuvent croître à des températures situées entre -5 et 2 °C (optimum: 12–15 °C).

*Clostr. estertheticum* se caractérise aussi par le fait qu'à des températures supérieures à 20 °C sa croissance est inhibée, raison pour laquelle elle n'est pas détectée lors des analyses microbiologiques de routine. Selon les informations provenant d'Allemagne, la détermination de *Clostr. estertheticum* avec les méthodes actuelles n'est possible qu'à grand renfort de temps et de travail (durée: jusqu'à 8 semaines), car on ne connaît pas de milieu de culture spécifique à cette bactérie qui croît très lentement. C'est pourquoi, à l'Institut Max Rubner de Kulmbach, on a déve-

Tab. 1: Valeur pH et nombres de germes dans la viande de bœuf emballée sous vide et réfrigérée

	Sans formation de gaz (n = 3)	Avec formation de gaz (n = 5)	Sign.
Valeur pH	5,53 ± 0,02	5,51 ± 0,05	n. s.
Nombre total de germes	UFC/g 6,1 × 10 <sup>6</sup> ± 6,8 × 10 <sup>6</sup>	1,3 × 10 <sup>6</sup> ± 2,5 × 10 <sup>6</sup>	n. s.
Producteurs d'acide lactique	UFC/g 3,7 × 10 <sup>5</sup> ± 2,6 × 10 <sup>5</sup>	5,5 × 10 <sup>4</sup> ± 4,4 × 10 <sup>4</sup>	n. s.
Entérobactéries	UFC/g 5,4 × 10 <sup>2</sup> ± 1,1 × 10 <sup>2</sup>	n. d. (< 10 <sup>2</sup> )	*
<i>Clostridium perfringens</i>	UFC/g n. d. (< 10 <sup>2</sup> )	n. d. (< 10 <sup>2</sup> )	n. s.
Bacilles butyriques	Spores/g n. d. (0)	n. d. (0)	–

UFC = unités formant colonie; n. d. = non détectable (entre parenthèses, limite de détection)  
n. s. = non significatif, \* = significatif (P ≤ 0,05), – = pas d'évaluation statistique (t-test)

loppé une méthode de biologie moléculaire (PCR, avec deux paires de primers) qui permet désormais de déterminer *Clostr. estertheticum* de façon fiable. Les résultats ont été présentés dans un premier temps par oral uniquement (Ziegler et al., 2008); à notre connaissance, il n'y a pas encore de publication détaillée.

L'un des facteurs de risque est probablement la contamination des peaux / du pelage (→ souillures avec des excréments provenant du tractus digestif exempt d'oxygène ou avec des particules du sol?) par les spores de clostridies très résistantes et leur propagation dans la viande au cours de l'abattage, comme l'a démontré une équipe de chercheurs de Nouvelle-Zélande (Boerema et al., 2003). Autres facteurs de risque, les longues durées de stockage (parfois de plusieurs mois) de la viande de bœuf réfrigérée. Celles-ci peuvent être dues non seulement aux longs trajets de transport selon la provenance, mais aussi à la longue maturation de la viande de bœuf. La détection de *Clostr. estertheticum* (bact. psychrophile) dans la viande de bœuf provenant aussi des pays chauds soulève différentes questions quant aux voies de propagation, d'autant plus que cette espèce de bactérie a été, semble-t-il, détectée pour la première fois dans l'Arctique. En plus de la contamination de la viande par des spores de clostridies, il faut tenir compte d'un autre facteur favorisant: les conditions de croissances des clostridies psychrophiles qui produisent fréquemment du gaz, autrement dit la température (cf. plus haut) et l'absence d'oxygène. En présence de conditions de croissances idéales, les spores de clostridies, comme on le sait, passent à l'état végétatif, ce qui s'accompagne dans le cas présent d'une formation de gaz. Cela arrive en particulier quand la viande de bœuf est mise trop tôt sous vide dans les emballages (→ absence d'oxygène) après l'abattage, c'est-à-dire que la température est certes en-

core trop élevée, mais idéale pour les clostridies.

Après la répétition de ce phénomène à plusieurs reprises et à intervalles irréguliers aussi en Suisse, divers emballages sous vide contenant de la viande de bœuf ont été analysés chez ALP par les méthodes courantes d'analyse de routine (composition en gaz dans l'espace de tête des emballages ainsi qu'acides carboxyliques volatils dans la viande, au moyen de la chromatographie en phase gazeuse) de même que microbiologiquement. Pour ces analyses, cinq emballages sous vide gonflés et trois emballages normaux avec de la viande de bœuf ont été mis à disposition d'ALP par un établissement de transformation de la viande.

## Aucune différence dans les analyses de routine microbiennes

Les échantillons susmentionnés ont été analysés à ALP avec les méthodes de routine utilisées normalement pour les analyses microbiologiques afin d'avoir un aperçu de la situation microbienne. A noter que sur la base des indications de la littérature, les bacilles butyriques, qui englobent aussi la plupart des sortes de clostridies, ont été incluses (tab. 1).

Ces résultats confirment qu'aucune conclusion n'est possible par des analyses de routine microbiennes sur la

formation de gaz dans les emballages sous vide de la viande de bœuf. Ceci a aussi été observé dans le cas de la valeur pH. Bien que significatif que dans un cas, ces résultats indiquent que certains groupes de germes survivent moins bien dans l'atmosphère gazeuse qui s'est formée.

## Différences marquées dans la composition du gaz

Lors de l'analyse de la composition du gaz qui s'est formé dans l'espace de tête des emballages au moyen de la chromatographie en phase gazeuse, on a observé des différences marquées par rapport à la composition de l'air ambiant (tab. 2). L'augmentation du dioxyde de carbone, qui est en général en corrélation avec les activités du métabolisme microbien, était très nette. La teneur en hydrogène, par ailleurs très élevée, recèle aussi un certain risque d'explosion, qui dans la pratique ne doit pas être sous-estimé. On a également relevé une faible teneur en oxygène, qui en raison de l'absence indispensable d'oxygène – condition sine qua non pour la survie des clostridies – correspondait aux attentes.

La composition de gaz relevée correspond aux mesures enregistrées dans l'étude anglaise mentionnée. Dans celle-ci, on a enregistré des concentrations dans le gaz formé de

Tab. 2: Composition du gaz dans les emballages sous vide de viande de bœuf avec formation de gaz, en comparaison de l'air ambiant

	Dans l'air	Avec formation de gaz (n = 5)
Oxygène (O <sub>2</sub> )	ml/100 ml 20,94	0,57 ± 1,19
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	ml/100 ml 0,04	68,08 ± 6,19
Azote (N <sub>2</sub> )	ml/100 ml 78,08	4,18 ± 3,64
Hydrogène (H <sub>2</sub> )	ml/100 ml Traces	26,17 ± 3,19
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	ml/100 ml n. d.	n. d.

n. d. = non détectable



Emballage sous vide avec viande de bœuf fortement gonflé (d'en haut).



Emballage sous vide avec viande de bœuf fortement gonflé (de côté).



Prélèvement d'un échantillon de gaz pour analyse.

59–70 ml de CO<sub>2</sub>, de 27–38 ml d'hydrogène, de 1,6–3 ml d'azote et de 0,1–0,3 ml d'oxygène. Dans l'étude de Dainty et al. (1989), des quantités définies d'argon, un gaz précieux, ont été introduites dans les emballages normaux pour pouvoir, à l'aide de celui-ci, déterminer la composition du gaz (ce qui sinon ne serait pas possible, faute de gaz). Il en est résulté des concentrations de 72–73 ml de CO<sub>2</sub>, de 1 ml d'hydrogène, de 24–27 ml d'azote et de 0,1–3 ml d'oxygène (données par 100 ml). Les concentrations de CO<sub>2</sub>, situées dans un domaine semblable dans les deux emballages (avec/sans formation de gaz), indiquent à nouveau des processus microbiens généraux, alors que les différences au niveau des concentrations en azote et en hydrogène dépendent probablement davantage de la composition de la flore microbienne présente.

#### Différences aussi au niveau des acides carboxyliques volatils

Lors de la détermination par chromatographie en phase gazeuse des acides carboxyliques volatils, on a observé certaines différences, même si celles-ci ne sont pas significatives, au niveau des teneurs en acide formique et acétique (tab. 3). Une différence très nette et hautement significative ( $P \leq 0,0001$ ) a cependant été relevée dans la teneur en acide butyrique qui, dans les emballages sous vide avec formation de gaz, était 135 fois (!) plus élevée que dans les paquets normaux. Comme on le sait, ce sont surtout les clostridies qui sont à l'origine de la formation (microbienne) de l'acide butyrique. On peut donc en conclure que la détermination de la concentration d'acide

butyrique représente un bon indicateur de la présence de clostridies et pourrait fournir les premiers indices sur la cause de la formation de gaz dans les emballages sous vide de viande de bœuf.

Les présents résultats confirment les résultats de l'étude de Dainty et al. (1989), dans laquelle la teneur en acide formique dans les emballages avec formation de gaz était, par rapport à la norme, plus élevée d'un facteur 3 et la teneur en acide butyrique d'un facteur 84 à 250. C'est en particulier cette dernière qui pourrait expliquer, tout au moins partiellement, les modifications d'odeur parfois intenses, mentionnées au début, même si dans l'étude de Dainty, des teneurs élevées en amines biogènes, en hydrogène sulfuré et en divers autres composants aromatiques volatils ont été relevées.

#### Conclusions

La présente étude met en évidence avec l'analyse de la teneur en acide butyrique, en plus de la méthode de biologie moléculaire développée en Allemagne pour la détermination de *Clostridium estertheticum*, une possi-

bilité supplémentaire d'obtenir des indices sur la cause de la formation de gaz dans les emballages de viande de bœuf sous vide et réfrigérés. Désormais, on peut recourir, à l'instar de ce qui se fait dans le secteur fromager d'ALP en présence d'une fermentation défectueuse causée par *Clostr. tyrobutyricum*, à une méthode de détermination rapide de la composition du gaz ou de la teneur en acide butyrique, au lieu de la détection microbienne qui demande à la fois beaucoup de temps et de travail (Häni, 2006). Toutefois, lorsqu'il s'agit d'identifier ultérieurement les différents points critiques dans le processus de production (avant tout propagation de la peau à la viande) dans un établissement, il n'est pas possible, en l'occurrence (viande de bœuf emballée sous vide), de procéder à un contrôle au moyen de méthodes d'analyse alternatives. Mais, on dispose désormais à cet effet, avec la méthode de biologie moléculaire développée au MRI, d'un nouvel instrument, très précieux, pour résoudre ces problèmes. Celle-ci permet dorénavant, dans un délai plus que raisonnable, de déterminer directement l'un

des vecteurs les plus importants du problème.

Les établissements de transformation de la viande doivent par contre limiter eux-mêmes le risque de multiplication des germes dans leurs locaux, en particulier assurer l'hygiène lors de l'abattage où il y a lieu d'éviter les éventuels contacts de la viande avec la peau, la saleté, les particules d'excréments (transmission de spores lors de l'arrachage de la peau?). Mais lors d'autres étapes de transformation, comme le découpage ou le stockage de la viande, on ne peut exclure une contamination par des spores de clostridies par le biais des vecteurs susmentionnés et il faut donc prendre les mesures qui s'imposent. Par ailleurs, il est recommandé d'éviter de mettre trop tôt la viande dans les emballages sous vide (→ températures à cœur trop élevées!).

La littérature citée peut être obtenue auprès du premier auteur.

R. Hadorn, S. Schlüchter,  
M. Collomb, R. Badertscher,  
J. Hummerjohann

Station de recherche Agroscope  
Liebefeld-Posieux ALP

Tab. 3: Teneur en acides carboxyliques volatils dans la viande de bœuf emballée sous vide et réfrigérée

		Sans formation de gaz (n = 3)	Avec formation de gaz (n = 5)	Sign.
Acide formique	mmol/kg	0,71 ± 0,44	1,13 ± 0,23	n. s.
Acide acétique	mmol/kg	1,64 ± 0,74	1,38 ± 0,18	n. s.
Acide propionique	mmol/kg	n. d.	n. d.	–
Acide butyrique	mmol/kg	0,07 ± 0,08	9,40 ± 2,21	*
Acide isobutyrique	mmol/kg	n. d.	n. d.	–
Acide isocaproïque	mmol/kg	n. d.	n. d.	–
Acide isovalérique	mmol/kg	n. d.	n. d.	–

n. d. = non détectable; n. s. = non significatif, \* = significatif ( $P \leq 0,05$ ), – = aucune évaluation statistique