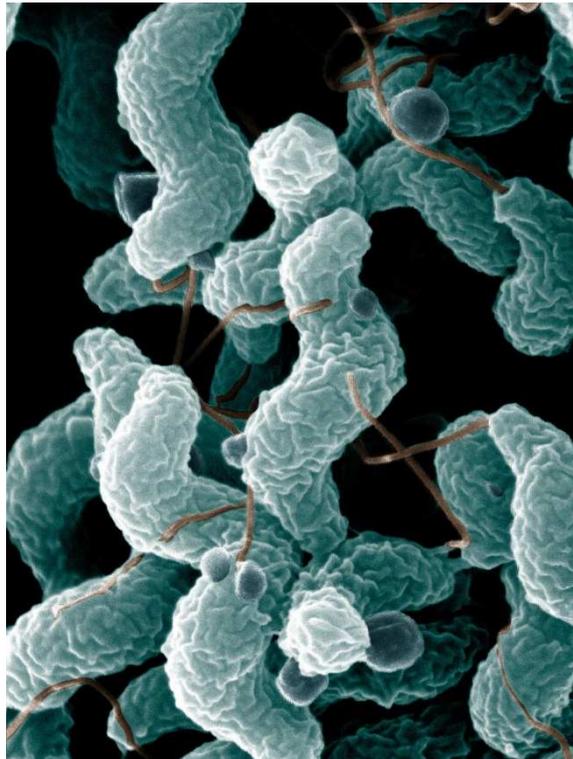


Campylobacter en Suisse



Facteurs de risque et mesures de gestion du problème



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur (DFI)
Office fédéral de la santé publique (OFSP)

Editeur

Office fédéral de la santé publique
3003 Berne, Suisse
www.ofsp.admin.ch

Date de publication : août 2012

© OFSP

Reproduction interdite sauf autorisation expresse de l'OFSP.

Auteurs

Andreas Baumgartner

Richard Felleisen

Christina Gut

Office fédéral de la santé publique
Division Sécurité alimentaire
Tél. : 031 322 05 08
Courriel : Lebensmittelsicherheit@bag.admin.ch

Source photo de couverture

Campylobacter jejuni ; Agricultural Research Service, USDA (image placée dans le domaine public ; Wikipédia http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/ARS_Campylobacter_jejuni.jpg)

Sommaire

Sommaire	ii	
1	Contexte	1
1.1	Situation épidémiologique	1
1.2	Plate-forme <i>Campylobacter</i>	4
1.3	Objectifs de protection	4
2	Evaluation des risques	6
2.1	Aperçu des facteurs de risque	6
2.2	La viande de volaille	6
2.3	Le foie de volaille	12
2.4	Les voyages à l'étranger	14
2.5	L'eau potable.....	14
2.6	Les animaux domestiques	15
2.7	Résumé.....	16
3	Options de gestion des risques	17
3.1	Contexte.....	17
3.2	Option 1 : décontamination des carcasses	17
3.3	Option 2 : critères d'hygiène du procédé	18
3.4	Option 3 : critères de sécurité des denrées alimentaires	19
3.5	Option 4 : restrictions de vente	20
3.6	Option 5 : consignes d'hygiène obligatoires	21
3.7	Résumé.....	22
4	Mesures de gestion des risques	23
4.1	Evaluation et hiérarchisation.....	23
4.2	Planning de la mise en œuvre	24
4.3	Perspectives.....	25
5	Bibliographie	26

1 Contexte

1.1 Situation épidémiologique

Depuis l'introduction de la **déclaration obligatoire** en 1988, toute infection à *Campylobacter* mise en évidence par l'analyse d'échantillons de selles de patients doit être déclarée à l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) [74]. L'OFSP publie chaque semaine le nombre de cas recensés et le taux de déclaration dans son bulletin (<http://www.bag.admin.ch/dokumentation/publikationen/01435/11505/index.html?lang=fr>).

La figure 1 représente l'évolution de l'**incidence** annuelle des infections à *Campylobacter* au cours de la décennie écoulée, soit de 2002 à 2011.

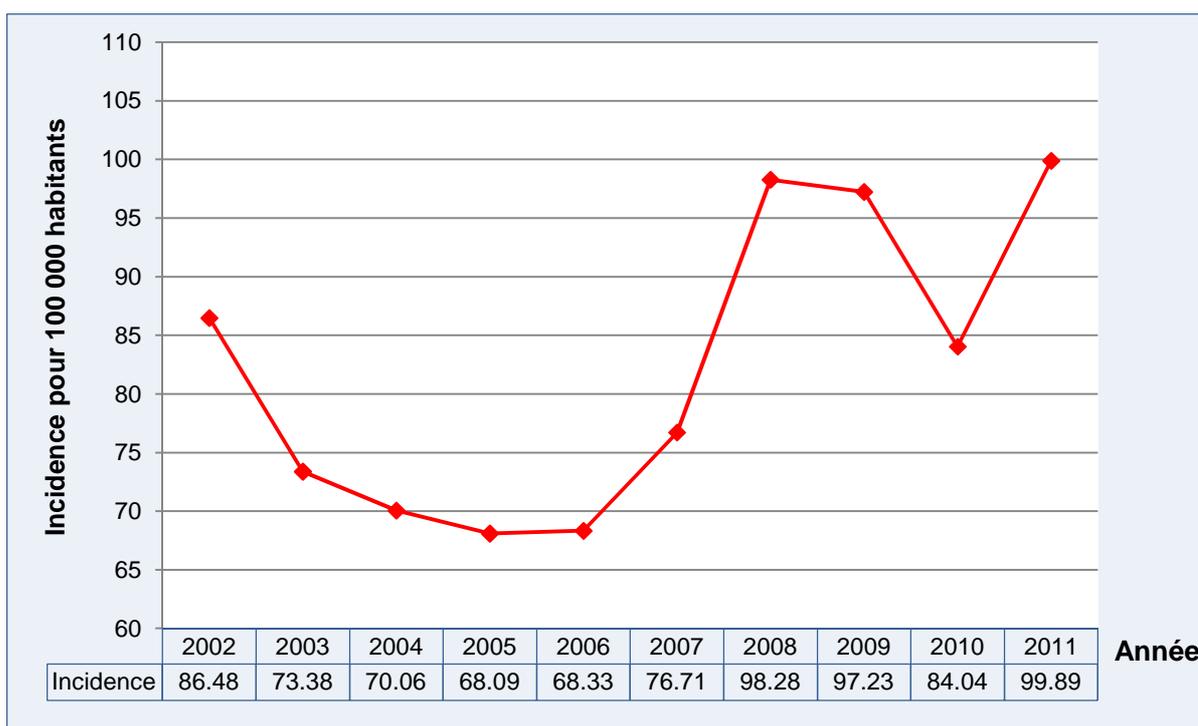


Fig. 1 : infections à *Campylobacter* mises en évidence entre 2002 et 2011 ; incidence annualisée pour 100 000 habitants (source : OFSP ; http://www.bag.admin.ch/k_m_meldesystem/00733/00813/index.html?lang=fr)

Après que l'incidence des infections à *Campylobacter* eut nettement diminué de 2002 à 2005, les années suivantes ont été marquées par une forte recrudescence. Entre 2007 et 2008, la courbe traduit une augmentation de près de 30 %, le nombre de cas atteignant alors à peu près celui de l'année 2000. En 2009, l'incidence a légèrement diminué, avant d'enregistrer un net recul en 2010. La tendance s'est toutefois renversée en 2011, l'incidence de la campylobactériose atteignant alors son niveau le plus élevé depuis l'entrée en vigueur de la déclaration obligatoire. Cette augmentation s'est poursuivie en 2012.

A l'exception de *Campylobacter*, les infections d'origine alimentaire recensées dans le système de déclaration ont tendance à diminuer à long terme (notamment *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria*, *E. coli* (EHEC) et l'hépatite A). En particulier, le nombre de cas de salmonellose a constamment décliné depuis 1993 (figure 2). Cette amélioration de la situation résulte avant tout de programmes de lutte contre la présence de *Salmonella* Enteritidis dans les œufs. L'hygiénisation des aliments pour animaux et les améliorations techniques apportées à l'abattage des poulets de chair, entre autres, y ont aussi contribué.

La courbe des cas de campylobactériose révèle une tout autre évolution : au lieu de reculer, le nombre de cas augmente continuellement, indiquant que nous sommes en présence d'une **épidémie qui se développe lentement**. Dans les années 90, *Campylobacter* avait déjà dépassé les salmonelles, devenant à son tour le principal agent infectieux d'origine alimentaire (figure 2) :

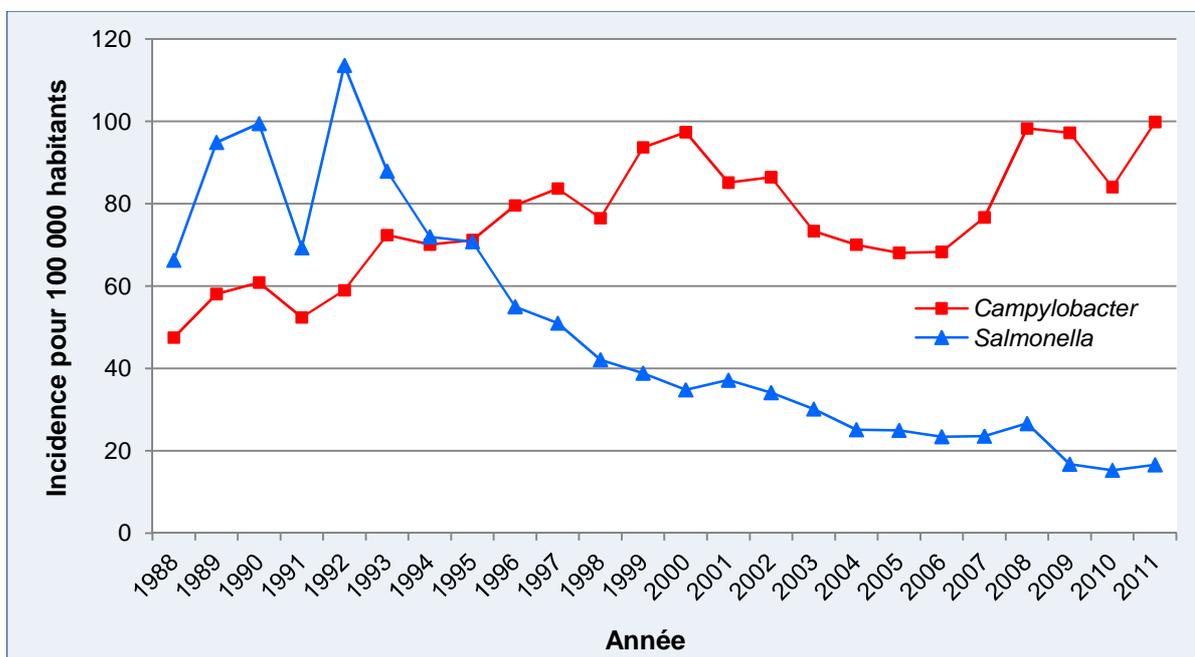


Fig. 2 : comparaison des incidences de salmonellose et de campylobactériose en Suisse recensées dans le système de déclaration, 1988-2011 ; incidence annualisée pour 100 000 habitants (source : OFSP)

La prédominance de *Campylobacter* sur les autres agents zoonotiques en Suisse correspond à la situation européenne : *Campylobacter* est actuellement la première cause bactérienne de gastro-entérite humaine en Europe [34].

Le taux de déclaration de la campylobactériose humaine décrit des **variations saisonnières caractéristiques** (figure 3). Deux pics se distinguent chaque année : un pic marqué, de grande amplitude, l'été (flèches bleues) et un autre plus restreint durant les fêtes de fin d'année (flèches rouges). Les experts attribuent ce pic hivernal à la consommation de plats tels que la fondue chinoise, que les Suisses aiment à consommer en particulier durant la période des fêtes. Des cas groupés d'infection à *Campylobacter jejuni* consécutifs à la consommation de fondue chinoise ont déjà été rapportés en Suisse [69].

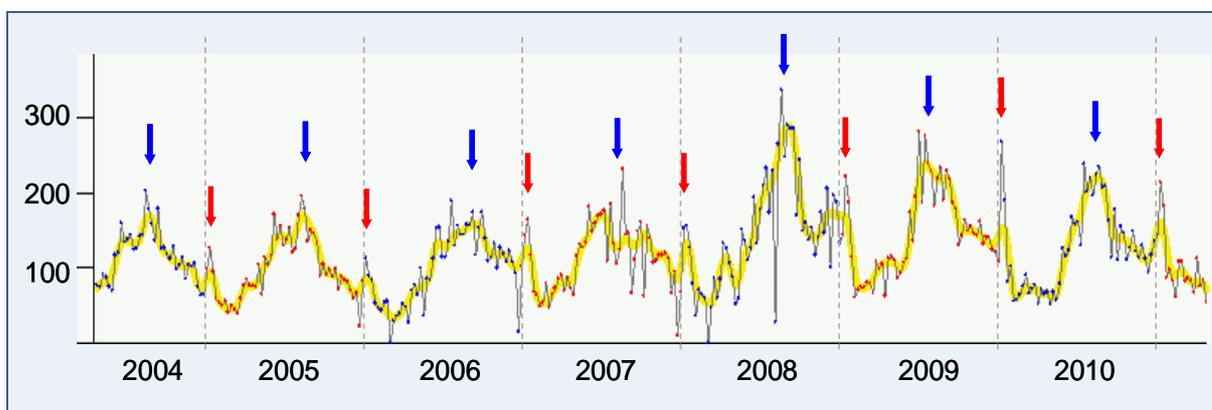


Fig. 3 : représentation graphique des taux de déclaration hebdomadaires de campylobactériose ; mai 2004-mai 2011 (OFSP ; http://www.bag.admin.ch/k_m_meldesystem/index.html?lang=fr)

Ce « **pic de la fondue chinoise** » a été particulièrement important au cours des fêtes de fin d'année 2011/2012 (figure 4), pour des raisons inconnues :

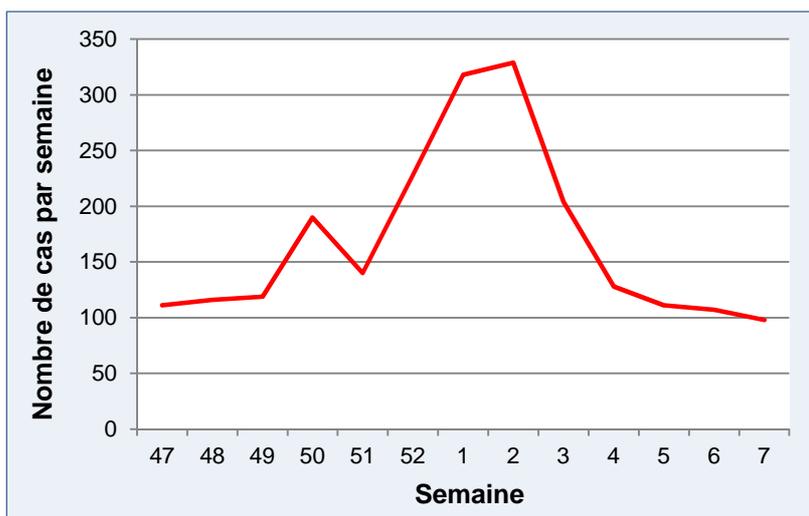


Fig. 4 : cas hebdomadaires de campylobactériose recensés dans le système de déclaration en Suisse, période des fêtes de fin d'année 2011/2012

(source : bulletin de l'OFSP ; <http://www.bag.admin.ch/dokumentation/publikationen/01435/11505/index.html?lang=fr>)

En Suisse, certaines **tranches d'âge** sont plus particulièrement touchées par la campylobactériose : c'est le cas des adolescents et des jeunes adultes ainsi que des enfants en bas âge (figure 5). Le taux de déclaration particulièrement élevé chez les jeunes adultes serait principalement dû à leur comportement alimentaire. Les causes d'un taux de déclaration si élevé chez les enfants en bas âge ne sont pas connues, mais il est probable que le seuil de dose infectieuse, qui est nettement plus bas pour cette tranche d'âge que pour les adultes, en constitue l'une des explications [84].

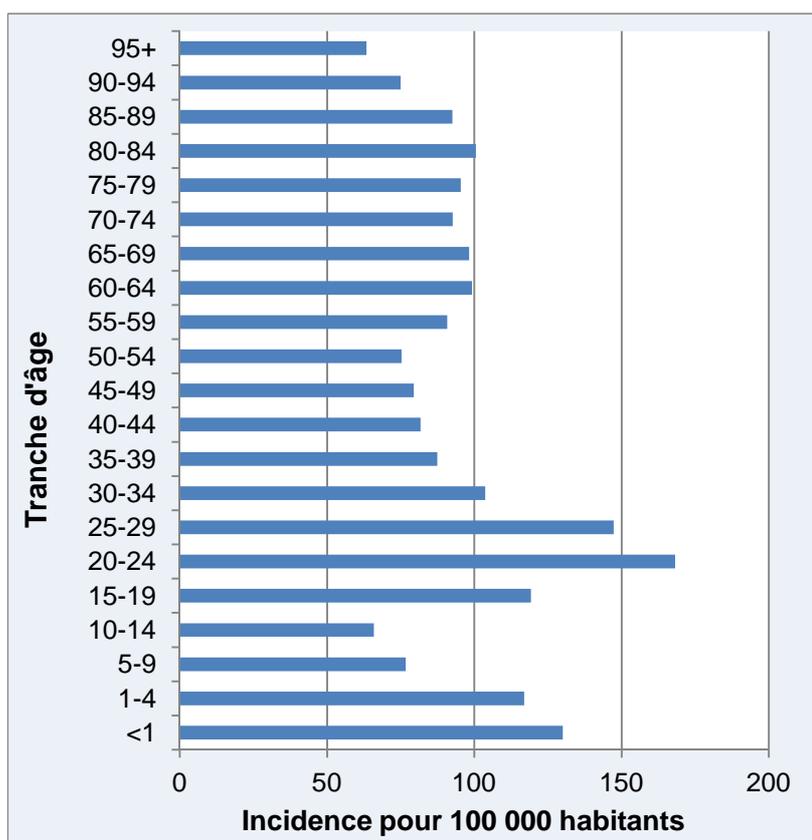


Fig. 5 : distribution du taux de déclaration de campylobactériose humaine par tranche d'âge ; 2011

(source : OFSP ; http://www.bag.admin.ch/k_m_meldesystem/index.html?lang=fr)

C. jejuni est l'**espèce de Campylobacter** la plus fréquemment mise en évidence chez l'homme en Suisse. Ainsi, en 2009, 87 % des cas déclarés par les laboratoires étaient dus à cette espèce (51,5 % *C. jejuni* seul, 35,5 % en association avec *C. coli*), tandis que *C. coli* a été mis en évidence dans 38,2 % des échantillons (2,7 % *C. coli* seul, 35,5 % en association avec *C. jejuni*) (Rapport suisse sur les zoonoses 2009 [12]). D'autres espèces, telles que *C. lari*, *C. fetus* et *C. upsaliensis*, ne jouent en revanche pratiquement aucun rôle dans l'épidémie.

1.2 Plate-forme *Campylobacter*

La forte progression enregistrée notamment dans les années 2007 et 2008 a porté le nombre d'infections à *Campylobacter* à un niveau inacceptable pour la santé publique. La « **plate-forme *Campylobacter*** » a donc été créée en décembre 2008 à l'instigation de l'Office vétérinaire fédéral (OVF) pour coordonner les activités menées par différents acteurs en réponse à ce problème. Cette plate-forme regroupe des représentants des autorités fédérales compétentes, des services cantonaux, des organisations de défense de l'agriculture, de la production, de la transformation, des organisations de distribution, de la science, etc.

L'OFSP et l'OVF en ont défini les objectifs : la plate-forme doit contribuer à stabiliser et à faire reculer la fréquence des cas de campylobactériose humaine en Suisse. A cette fin, la plate-forme est chargée de fournir les prestations suivantes :

Tâches de la plate-forme *Campylobacter* :

- échange d'informations entre les autorités, les experts et les producteurs ;
- coordination des mesures d'évaluation et de gestion des risques ;
- lancement de projets de recherche pour combler les lacunes dans les connaissances.

La plate-forme proprement dite a une fonction principalement consultative, sa compétence décisionnelle étant très restreinte. L'adoption de mesures régulatrices ou non-régulatrices reste du ressort des autorités compétentes, soit en premier lieu de l'OFSP et de l'OVF. Trois groupes de travail ont été créés au sein de la plate-forme *Campylobacter* :

Groupes de travail de la plate-forme *Campylobacter* :

- le groupe de travail **Facteurs de risques** doit aider à déterminer la part revenant aux différentes voies de propagation dans l'épidémie ;
- le groupe de travail **Production** évalue les possibilités de lutte dans l'engraissement et l'abattage des poulets ainsi que dans le conditionnement de la viande ;
- le groupe de travail **Disease Awareness** recherche des moyens d'améliorer la prise de conscience de cette maladie tout au long de la filière alimentaire, du producteur au consommateur.

La plate-forme est accompagnée par le **groupe de travail Roadmap interne à l'administration** composé de représentants de l'OFSP et de l'OVF et auquel participe l'Unité fédérale pour la filière alimentaire (UFAL). La feuille de route élaborée par ce groupe de travail fixe dans un plan d'action les objectifs à atteindre en matière de protection ainsi que les activités, les grandes étapes et les mesures pour y parvenir. Ce document est régulièrement mis à jour.

1.3 Objectifs de protection

La problématique du *Campylobacter* étant de plus en plus préoccupante pour la santé publique, les offices fédéraux compétents, à savoir l'OFSP et l'OVF, ont décidé de s'y attaquer de manière ciblée. Le groupe de travail *Roadmap* a défini, dès le milieu de l'année 2009, l'objectif de protection suivant :

Objectif de protection « moins 2 500 » :

inversion à moyen terme de la tendance épidémiologique et, d'ici à la fin de l'année 2013, retour au taux de campylobactériose humaine relativement faible enregistré en 2005/2006 (soit un peu plus de 5 000 cas par an).

Si l'on exprime cet objectif à l'aide d'un modèle mathématique d'épidémiologie humaine, cela signifie qu'en moyenne annuelle, le nombre de cas de campylobactériose humaine recensés dans le système de déclaration de l'OFSP ne peut être supérieur à 30 que moins de 30 jours par an (« Vision 30/30 »).

Pour atteindre les objectifs de protection qu'elles se sont fixés, les autorités fédérales devront adopter des mesures permettant de réduire les risques. Une évaluation des risques reposant sur des données scientifiques constituera le socle de ces mesures.

2 Evaluation des risques

2.1 Aperçu des facteurs de risque

Dès la première moitié des années 90, l'OFSP a mené, suite à une augmentation des cas de campylobactériose, une étude cas-témoins pour identifier des facteurs de risques potentiels [70]. Il en est ressorti que la consommation de foie et de viande de poulet constituait un facteur de risque alimentaire. De nombreuses études comparables ont depuis été menées dans le monde entier, confirmant toutes que la viande de volaille joue un rôle prépondérant dans la transmission de *Campylobacter* à l'homme (pour un aperçu, voir par exemple [20]). Un avis scientifique de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) est également arrivé à la conclusion que 50 à 80 % des cas humains de campylobactériose pouvaient être attribués au réservoir de volaille dans son ensemble [31].

Relativement vulnérable et sensible à l'oxygène, *Campylobacter* a une faible capacité de survie dans l'environnement. Contrairement aux salmonelles, il est incapable de se multiplier dans les aliments et la congélation détruit une partie de sa population bactérienne. Mais l'agent pathogène compense cette fragilité par sa virulence : de l'ordre de 500 germes, sa dose infectieuse moyenne est faible. Avec de telles caractéristiques, la transmission de *Campylobacter* par voie alimentaire du réservoir de volailles à l'homme doit être relativement directe, que ce soit par la consommation de denrées alimentaires d'origine animale infectées ou par une contamination croisée résultant d'un manque d'hygiène.

Il ressort de l'étude suisse publiée en 1994, dont il est fait mention plus haut, que les voyages à l'étranger constituent également un facteur de risque important pour l'infection à *Campylobacter* [70]. L'eau potable souillée par des matières fécales peut également s'avérer responsable de l'infection, notamment en cas de flambée épidémique. En raison des standards élevés de qualité microbiologiques de l'eau potable en Suisse, on ne lui attribue, ainsi qu'au lait cru, qu'un rôle épidémiologique marginal lorsqu'il s'agit de cas sporadiques. Les animaux domestiques infectés ont également été incriminés comme source de contamination.

La suite de ce chapitre s'attachera à mettre en lumière et à commenter plus en détail les facteurs de risque que pourraient constituer la viande de volaille, le foie de volaille, les voyages à l'étranger, l'eau potable et le contact avec les animaux domestiques au regard de la situation en Suisse.

2.2 La viande de volaille

Ces dernières années, de nombreuses études ont montré que la viande de volaille était fréquemment contaminée par *Campylobacter* dans le monde entier [82]. Une vaste étude de référence européenne a également révélé que la contamination des troupeaux de volaille par *Campylobacter* pouvait grandement varier d'un pays à un autre [32].

On impute à la viande de volaille une responsabilité importante dans la transmission directe ou indirecte de *Campylobacter* [20]. En effet, les carcasses sont souvent souillées par le contenu du tractus intestinal lors de l'abattage. Leur surface peut alors être contaminée par *Campylobacter* et dans certaines circonstances, les germes peuvent survivre jusqu'à la vente. Les carcasses de volaille sont bien plus fréquemment contaminées de cette manière que celles de mammifères : la viande rouge (bœuf, mouton, porc) présente bien moins de risques d'être infectée de la sorte, du fait de son processus d'abattage et des méthodes de transformation et de stockage [31].

Les consommateurs sont donc exposés à *Campylobacter* si la viande de volaille n'est pas manipulée de manière hygiénique : les germes peuvent être transmis directement en portant les mains à la bouche, par contamination croisée entre de la viande crue et des denrées alimentaires prêtes à la consommation ou encore lorsque que la viande est insuffisamment cuite [28]. Selon un avis scientifique de l'EFSA, la manipulation, la préparation et la consommation de viande de poulets de chair pour-

raient compter pour 20 à 30 % des cas humains de campylobactériose en Europe, alors que 50 à 80 % des cas pourraient être attribués au réservoir de poulets de chair dans son ensemble [31]. Les contaminations croisées et la transmission des mains à la bouche semblent être des sources d'infection plus fréquentes que la consommation de viande de poulet insuffisamment cuite [28 ; 51].

Le fait que la présence de *Campylobacter* sur la viande de volaille provoque des maladies chez l'homme est incontesté et a été montré dans le monde entier par de nombreuses publications [20]. En Suisse, la relation a été mise en évidence pour la première fois il y a 15 ans par l'étude cas-témoins mentionnée plus haut [70]. Entre 1994 et 2006, 137 foyers d'infections ont été déclarés à l'OFSP dans lesquels la preuve épidémiologique et/ou la preuve microbiologique de l'origine alimentaire a pu être apportée. *Campylobacter* a pu être mis en évidence dans 23 (16,8 %) de ces événements [3].

Contamination par *Campylobacter* de la viande de volaille vendue en Suisse

Si l'on veut protéger les consommateurs, il est très important de savoir dans quelle mesure la viande de volaille disponible sur le marché suisse est contaminée. Une étude coordonnée et évaluée par l'OFSP a donc analysé 1 132 échantillons pour déceler la présence de *Campylobacter*. Elle a été conduite d'avril 2009 à avril 2010 avec la participation de 15 laboratoires officiels (14 laboratoires cantonaux et le laboratoire de la principauté de Liechtenstein) [4]. L'étude s'est étendue sur une année, de sorte à pouvoir prendre en compte les variations saisonnières de la prévalence de l'agent pathogène. Les échantillons ont été analysés selon des procédures normalisées ISO qualitatives (enrichissement) et quantitatives (étalement). Le plan d'échantillonnage a été conçu de sorte à être le plus représentatif possible des parts de marché des principaux grands distributeurs suisses et de la part des marchandises importées et produites en Suisse. Les analyses ont porté sur de la viande fraîche avec et sans peau ainsi que sur des préparations de viande, à chaque fois sous forme réfrigérée et congelée.

Sur les 1 132 échantillons analysés, 38,4 % (soit 435 échantillons) ont été détectés positifs à *Campylobacter* et la viande produite en Suisse était dans l'ensemble plus fréquemment contaminée que la viande importée (avec respectivement 45,4 % d'échantillons contaminés et 30,6 %) (figure 6) :

Type et origine		Nbre d'échantillons	<i>Campy+</i>
Viande fraîche avec peau			
- réfrigérée	- Suisse	160	97 (60,6 %)
	- étranger	30	15 (50,0 %)
- congelée	- Suisse	117	40 (34,2 %)
	- étranger	76	21 (27,6 %)
		383	173 (45,2 %)
Viande fraîche sans peau			
- réfrigérée	- Suisse	125	66 (52,8 %)
	- étranger	145	77 (53,1 %)
- congelée	- Suisse	46	15 (32,6 %)
	- étranger	119	18 (15,1 %)
		435	176 (40,5 %)
Préparations de viande			
- réfrigérées	- Suisse	99	48 (48,5 %)
	- étranger	57	29 (50,9 %)
- congelées	- Suisse	52	6 (11,5 %)
	- étranger	106	3 (2,8 %)
		314	86 (27,4 %)

Fig. 6 : fréquence de *Campylobacter* spp. dans les échantillons prélevés sur des produits à la vente [4]

Outre l'origine de la viande, son mode de transformation et de refroidissement ont une influence sur la présence de *Campylobacter* : le fait d'enlever la peau réduit la fréquence de la contamination. En effet, le poulet avec peau contenait nettement plus souvent l'agent pathogène que les échantillons sans peau. Quant aux préparations de viande, elles contenaient encore moins de germes. Il ressort également de cette étude que la congélation réduit la présence de *Campylobacter* dans les trois catégories

d'échantillons, même si cet effet est particulièrement flagrant pour les préparations de viande. Dans cette dernière catégorie de produits, d'autres facteurs que la congélation pourraient expliquer cette réduction, comme une exposition plus longue à l'oxygène pendant la phase de transformation ou un pH plus faible à cause des marinades [8]. Quoi qu'il en soit, les résultats de l'étude reflètent la vulnérabilité de *Campylobacter* aux facteurs environnementaux.

Les taux de contamination varient considérablement entre les grands distributeurs considérés par cette étude. Chez l'un d'eux, ces taux étaient plus élevés que chez ses concurrents dans plusieurs catégories de produits. Ce grand distributeur (désigné par la lettre A dans la figure 7) se démarque plus particulièrement dans la catégorie des viandes fraîches réfrigérées avec peau en provenance de Suisse, le taux de contamination atteignant 90,0 % :

Grand distributeur	Nbre d'échantillons	Campy+
A	11	90,0 %
B	14	78,6 %
C	44	59,1 %
D	19	53,1 %

Fig. 7 : fréquences de contamination par *Campylobacter* spp. dans la viande de volaille réfrigérée avec peau en provenance de Suisse chez plusieurs distributeurs [4]

Ce constat se répète également dans la distribution des échantillons fortement contaminés, qui présentent plus de 500 unités formant colonie par gramme (UFC/g) et sont au nombre de 15 échantillons en tout : tandis que seuls deux échantillons sur les 44 prélevés chez le distributeur C (soit 4,5 %) présentaient une telle concentration en germes, c'était le cas de quatre échantillons sur 11 (soit 36,4 %) chez le distributeur A. Ce résultat semble indiquer que les marchandises de ces distributeurs proviennent de sources différentes et qu'il y existe des différences en matière d'hygiène au niveau de l'abattage et de la transformation des poulets de chair. L'OVF a fait des observations similaires au cours d'un programme de monitoring dans le cadre duquel des échantillons ont été prélevés dans différents abattoirs de Suisse : des différences marquées sont apparues entre les abattoirs [15]. En outre, des différences dans la fréquence et le degré de contamination ont déjà pu être constatées entre les troupeaux de volaille conduits à l'abattoir.

Dans 315 des 435 échantillons contrôlés positifs à *Campylobacter* (soit 27,8 %), le germe n'a pu être mis en évidence que grâce à la méthode qualitative. Cette dernière est très sensible, car 25 grammes d'échantillon sont enrichis dans un bouillon sélectif. Ce résultat indique qu'une part importante des échantillons positifs n'était que légèrement contaminée. En revanche, une quantification a été possible pour 120 échantillons (soit 10,6 %) (cf. figure 8) :

résultat d'analyse [UFC/g]	réfrigéré (N ₁ =616)		congelé (N ₂ =516)		total (N=1 132)	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%
négatif à <i>Campylobacter</i> (qualitatif / quantitatif)	284	46,1 %	413	80,0 %	697	61,6 %
positif à <i>Campylobacter</i>						
x < 10 *	222	36,0 %	93	18,0 %	315	27,8 %
10 ≤ x < 100	68	11,0 %	9	1,8 %	77	6,8 %
100 ≤ x < 1 000	32	5,2 %	1	0,2 %	33	2,9 %
1 000 ≤ x	10	1,7 %	0	0,0 %	10	0,9 %
	332	53,9 %	103	20,0 %	435	38,4 %

Fig. 8 : détermination quantitative de *Campylobacter* spp. dans 1 132 échantillons de viande de volaille (*seuil de détection de la méthode quantitative) [4]

Quelque 2,9 % des échantillons présentaient une concentration en germes comprise entre 100 et 1 000 UFC/g et la concentration excédait 1 000 UFC/g dans environ 0,9 % des échantillons. Les concentrations très élevées ont été détectées exclusivement dans les échantillons de viande fraîche avec peau (figure 9) :

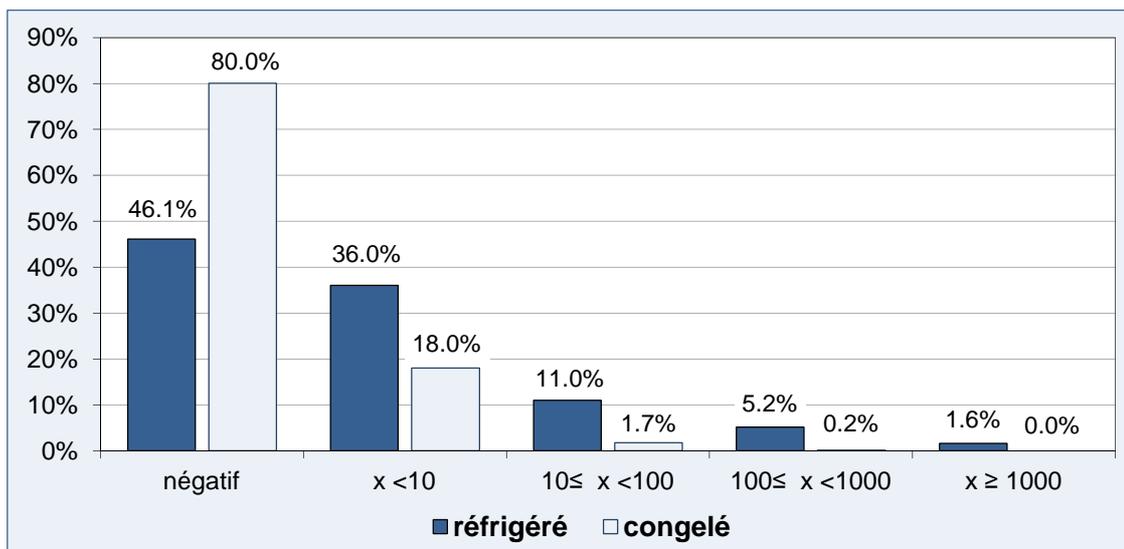


Fig. 9 : distribution quantitative des concentrations de *Campylobacter* spp. dans la viande de poulet réfrigérée et congelée disponible sur le marché (UFC/g) [4]

Bien que la part des marchandises fortement contaminées soit faible lorsqu'exprimée en pourcentage, elle est significative une fois rapportée aux grandes quantités de viande préparées chaque année. Selon l'organisation faîtière Proviande, les Suisses auraient consommé 11,43 kilogrammes de viande de volaille par habitant en 2011, soit une consommation totale d'environ 91 700 tonnes [62]. Les consommateurs sont donc considérablement exposés à *Campylobacter*. Les autorités sanitaires suisses avaient été confrontées à la même situation lors de l'épidémie de *Salmonella* Enteritidis dans les œufs : la proportion d'œufs contaminés disponible sur le marché était faible, mais vu les quantités consommées chaque année, l'impact épidémiologique était important en termes de médecine humaine.

Relations entre la consommation de viande de volaille et la campylobactériose

Après avoir dressé de tels constats, il importe de déterminer s'il existe une relation entre la consommation de volaille et le nombre de cas de campylobactériose humaine. Il se trouve que la consommation de viande de volaille a fortement augmenté en Suisse au cours des deux dernières décennies et qu'il en est allé de même du taux de déclaration de campylobactériose (figure 10) :

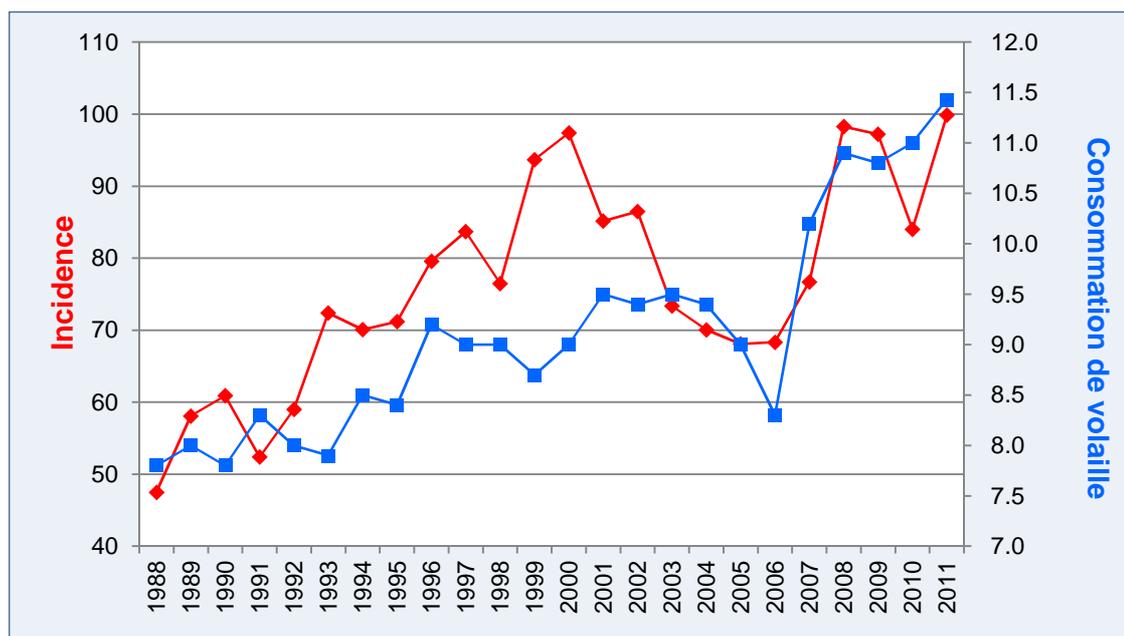


Fig. 10 : consommation de viande de volaille (en kg par habitant et par année) et incidence des cas de campylobactériose humaine (pour 100 000 habitants) en Suisse de 1988 à 2011 (sources : consommation de viande de volaille 1988-2009 [47] et 2010-2011 [62] ; incidence : OFSP) Si la consommation de viande

de de volaille par habitant et le nombre de cas de campylobactériose humaine en Suisse n'augmentent pas de manière strictement parallèle, leur évolution suit tout de même une tendance similaire. A noter que dans le même temps, la consommation par habitant d'autres types de viande (bœuf, veau et porc) a reculé fortement et de manière continue (figure 11) :

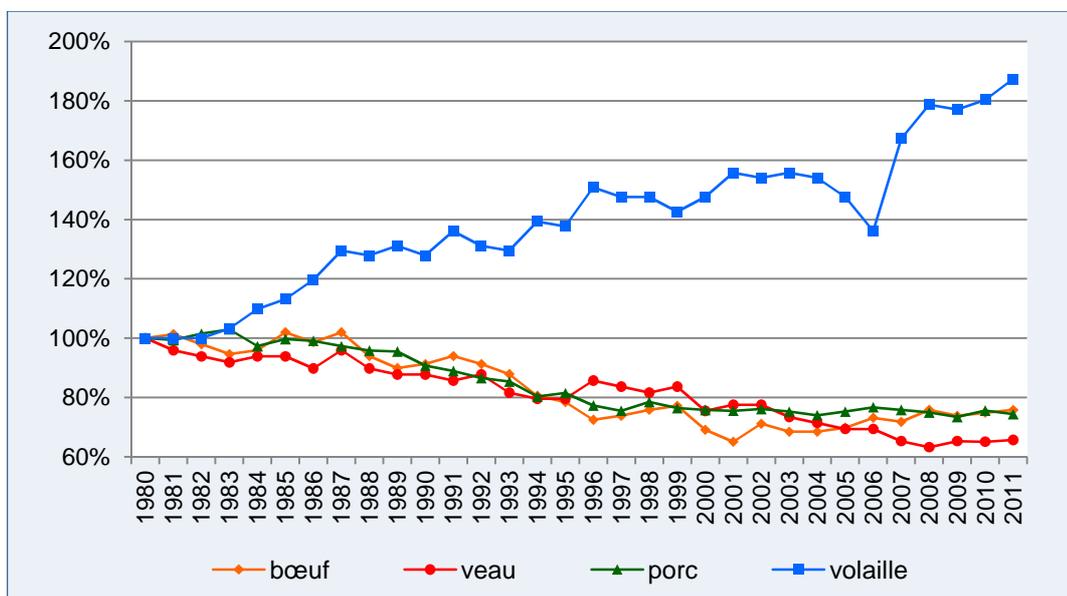


Fig. 11 : évolution de la consommation par habitant de différents types de viande entre 1980 et 2010 ; la valeur de l'année 1980 a été fixée à 100 % (sources : consommation 1980-2009 [47] et 2010-2011 [62])

On remarque une chute temporaire de la consommation de viande de volaille par habitant en 2005 et en 2006, de l'ordre de 17 % par rapport à 2004, qui coïncide, du moins en partie, avec la diminution du nombre de cas de campylobactériose humaine recensés entre 2003 et 2006. Une étude sur le comportement de consommateurs italiens [7] montre que le recul d'environ 20 % dans les ventes de viande de volaille fraîche durant la même période en Italie était directement imputable à la couverture médiatique de la « grippe aviaire » (Influenza A – virus H5N1). La baisse de la consommation de viande de volaille en Suisse à la même époque pourrait donc également résulter d'une aversion des consommateurs à ce type de viande suite à la médiatisation de la « grippe aviaire ».

On a également pu constater dans d'autres pays que dans diverses situations, une moindre consommation de viande de volaille avait une influence positive sur la prévalence de la campylobactériose :

- Aux Pays-Bas, par exemple, une épidémie de grippe aviaire a sévi de mars à mai 2003, entraînant l'abattage systématique de 1 300 troupeaux commerciaux et de plus de 17 000 troupeaux non commerciaux de poules pondeuses et de poulets de chair. En tout, ce sont plus de 30 millions d'animaux qui ont été abattus [78]. Durant la même période, la moyenne nationale de l'incidence de la campylobactériose humaine a chuté d'environ 30 %, tandis que le recul de la moyenne nationale de ventes de viande de poulet a pu atteindre 9 %. Tant la chute de l'incidence (44 à 50 %) que la diminution des quantités de viande de poulet de chair vendues (jusqu'à 12 %) ont été le plus marquées dans les régions touchées par l'abattage systématique [40].
- En 1999, de grandes quantités d'œufs et de viande de poulet ont dû être rappelées en Belgique à la suite d'un scandale sur de la nourriture pour animaux contaminée par des dioxines. Cette intervention sur le marché a eu pour corollaire un recul des cas de campylobactériose d'environ 40 %. Après que la vente de produits belges de ce type eut repris, deux semaines plus tard, l'incidence de la campylobactériose est remontée à son niveau préalable [85].
- En Islande, la viande de volaille n'a pu être vendue que congelée jusqu'en 1996. Il s'agissait là d'une mesure de lutte contre la salmonellose. L'incidence de la campylobactériose oscillait à un niveau très bas (quelque 10 cas pour 100 000 habitants par an). A partir de 1996, la viande de volaille a de nouveau pu être vendue réfrigérée. Ce changement a provoqué une augmentation radicale de la campylobactériose en Islande : l'incidence s'est décuplée, atteignant environ 120 cas pour

100 000 habitants. Ce n'est qu'en imposant des mesures strictes, notamment en surveillant tous les troupeaux et en congelant toutes les carcasses contaminées que l'incidence annuelle chez l'homme a pu être abaissée de près de trois quarts [79 ; 80].

- La Nouvelle-Zélande enregistrait l'incidence la plus élevée de campylobactériose humaine au monde. Diverses mesures, notamment l'introduction de valeurs maximales pour la viande de poulet fraîche disponible à la vente, a permis de réduire drastiquement le nombre de cas déclarés, passant ainsi de 16 000 cas en 2006 à moins de 7 000 en 2008 [76 ; 80].

Evolution de la prévalence dans les troupeaux

La consommation de viande par habitant n'est pas l'unique élément relatif au facteur de risque que constitue le réservoir infectieux des volailles à pouvoir avoir une influence sur le nombre de cas de campylobactériose humaine en Suisse. Aussi des différences dans la prévalence de *Campylobacter* chez les poulets de chair pourraient influencer l'incidence humaine. Une évaluation des données disponibles montre une prévalence de *Campylobacter* tout à fait haute dans les entreprises d'engraissement de volaille au cours des dernières années; puisque les données étaient reçues avec des méthodes d'analyse différentes, il n'est pas possible de conclure avec suffisamment précision à une corrélation directe entre l'incidence humaine et la prévalence au poulet de chair (figure 12) :

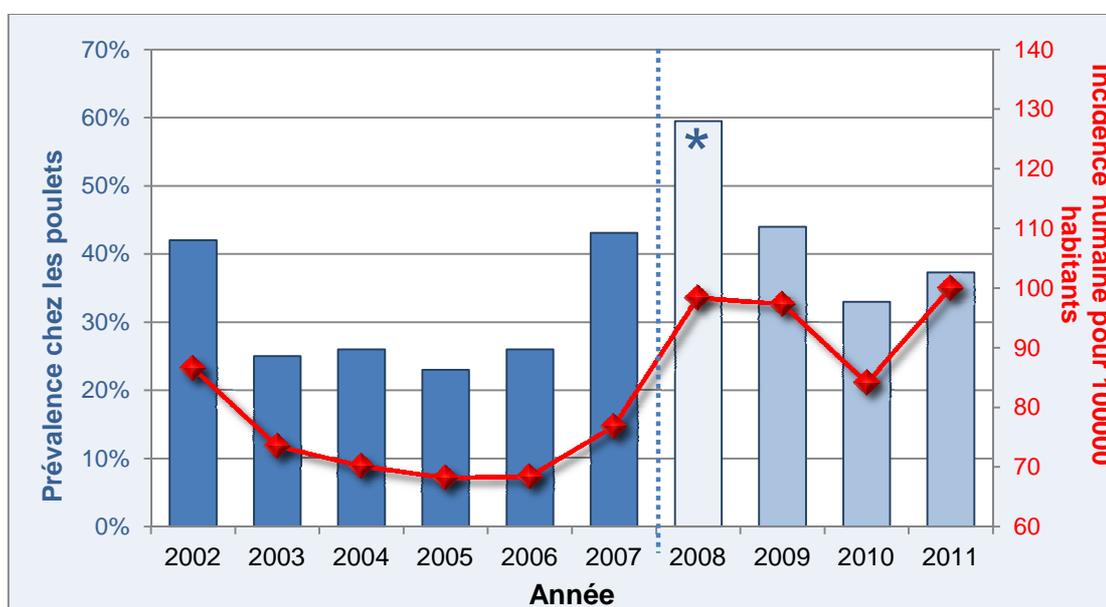


Fig. 12 : incidence des cas de campylobactériose humaine (pour 100 000 habitants) et prévalence chez les poulets de chair en Suisse de 2002 à 2011 (sources : OFSP ; OVF (2002-2010 : rapports suisses sur les zoonoses [12] ; 2011 : [13]) ; dans les années de 2002-2007, il s'agit des prévalences non annualisées chez des animaux individuels, et dans les années 2008-2011 des prévalences annualisées chez des troupeaux des poulets; *la valeur de 59,5 % indiquée pour la prévalence dans les troupeaux en 2008 devrait en réalité être nettement plus faible, l'OVF n'ayant pu tenir compte que des données des mois de mai à décembre)

Modélisations et évolution saisonnière chez l'homme et l'animal

Diverses études internationales ont montré que l'incidence de la campylobactériose humaine et la colonisation des troupeaux de poulets de chair suivaient une évolution saisonnière identique, et que toutes deux étaient fortement en corrélation avec les températures extérieures [44 ; 46 ; 56 ; 59 ; 60 ; 83]. En Suisse aussi, tant l'incidence humaine que la prévalence au sein des troupeaux de poulets de chair décrivent une évolution saisonnière caractéristique, avec des taux plus faibles en hiver et une nette augmentation en été. Au premier abord, ces rythmes saisonniers chez l'homme et les poulets de chair paraissent très semblables. A la suite d'une étude menée dans le Land allemand de Basse-Saxe [41], on a toutefois postulé que l'augmentation du nombre de déclarations concernant l'homme débutait un peu plus tôt que celle de la prévalence chez la volaille de chair. Ceci a été interprété comme une indication que les volailles ne constituaient pas la source d'infection primaire de l'homme, mais plutôt qu'hommes et volailles étaient infectés par une source commune.

L'OVF et le Veterinary Public Health Institute (VPHI) de l'Université de Berne ont donc mené une étude comparant l'évolution saisonnière chez l'homme et chez la volaille de chair en Suisse. Des données hebdomadaires de prévalence chez le poulet (contrôle d'entrée d'un grand abattoir) et des déclarations hebdomadaires chez l'homme (notifications recueillies dans le cadre du système de déclaration) des années 2008 et 2009 ont donc fait l'objet d'une évaluation statistique. Cette dernière a révélé qu'il existe une relation temporelle entre la prévalence chez le poulet et les déclarations chez l'homme, et que la recrudescence chez le poulet précède celle chez l'homme. Statistiquement, l'explication la plus plausible serait que ces recrudescences résultent d'une cause (saisonnière) commune (communication du professeur Gertraud Schüpbach, plate-forme *Campylobacter*, 3^e séance, 4 novembre 2010).

Une modélisation de l'OVF fait également ressortir que la viande de volaille constituerait un facteur de risque dominant : dans cette modélisation, 27 % (17 à 39 %) des cas de campylobactériose humaine ont pu être mis en relation avec la consommation directe de viande de volaille [16]. Ce modèle d'exposition obtient ainsi des résultats similaires à ceux de l'EFSA, qui a conclu récemment que la manipulation, la préparation et la consommation de viande de poulets de chair pourraient compter pour 20 à 30 % des cas humains de campylobactériose en Europe, alors que 50 à 80 % des cas pourraient être attribués au réservoir de poulets dans son ensemble [31]. Le modèle d'exposition a encore attribué 27 % des cas aux séjours à l'étranger, 8 % aux contacts avec des animaux et 39 % à d'autres facteurs de risques non spécifiés [16].

Méthodes de typage moléculaire comparatives

Les analyses de biologie moléculaire comparatives menées sur des isolats de *Campylobacter* prélevés simultanément sur des patients humains, sur des carcasses de poulet et sur de la viande de poulet en vente fournissent le meilleur indice pour conclure à une relation entre le poulet et les infections humaines. De nombreuses études ont réalisé de telles comparaisons à l'aide de méthodes de typage moléculaire comme l'ECP (électrophorèse en champ pulsé) et le MLST (typage génomique multilocus) (par exemple [19 ; 48 ; 53 ; 54 ; 57 ; 77]). Ces études mettent toutes en évidence de manière convaincante une relation entre la viande de poulet et les maladies humaines dues à *Campylobacter*.

Des analyses de typage moléculaire d'isolats de *Campylobacter* ont également été publiées récemment en Suisse [45] : en 2008, 136 isolats cliniques ont été prélevés chez l'homme et 243 sur des poulets de chair au moment de l'abattage [89]. Ils ont ensuite été comparés avec les méthodes de MLST et de typage du gène *flaB* et leur résistance aux antibiotiques a été déterminée. Il est apparu que 86 % des isolats humains sensibles aux quinolones présentaient des types MLST et *flaB* identiques à ceux observés chez le poulet. Comme la résistance aux quinolones est nettement plus fréquente à l'étranger qu'en Suisse, l'étude en a conclu qu'une grande partie des cas humains recensés en Suisse sont dus à des volailles élevées dans le pays [45]. L'Institut de bactériologie vétérinaire de l'Université de Berne mène actuellement des études de typage comparatives plus poussées, qui portent sur des isolats de *Campylobacter* issus d'échantillons de selles humaines, d'échantillons prélevés sur de la viande de volaille, sur des carcasses de volailles et sur de la viande de porc disponibles à la vente ainsi que d'échantillons prélevés auprès d'animaux domestiques (chiens et chats). De premiers résultats de cette étude indiquent également qu'il y existe un chevauchement important entre les isolats de volailles et ceux de l'homme. En revanche, les *Campylobacter* présents chez le porc ne semblent pas jouer de rôle important dans les infections humaines (communication du professeur Peter Kuhnert, plate-forme *Campylobacter*, 3^e séance, 4 novembre 2010).

2.3 Le foie de volaille

Les résultats d'une étude cas-témoins [70] ont conduit l'OFSP à mener dès les années 90 une analyse bactériologique visant à mieux cerner le rôle du foie de poulet en tant que porteur de *Campylobacter* [5]. En tout, 139 échantillons de foie réfrigéré et 144 échantillons de foie congelé ont fait l'objet d'une analyse quantitative à la recherche de *Campylobacter*. 31 % des échantillons de foie réfrigéré et 16 % des échantillons de foie congelé se sont avérés contaminés, le nombre de germes étant dans

certains cas élevé. Ainsi, on a pu détecter dans 2,2 % des échantillons de foie réfrigéré des concentrations de germes supérieures à 1 000 UFC/g. Un autre constat important en est ressorti : souvent, le foie n'est pas seulement contaminé en surface mais aussi dans la masse, les voies biliaires étant donc également touchées [5].

En 2010, l'OFSP a de nouveau analysé une série d'échantillons prélevés sur des foies de poulet réfrigérés disponibles à la vente, en utilisant de nouvelles géloses chromogènes pour quantifier la présence de *Campylobacter* [4]. Des échantillons d'émincé de poulet mis en vente ont également été analysés à titre comparatif (figure 13) :

Echantillons	Période	Campy+	<10 (nd)	≥10-<10 ²	≥10 ² -<10 ³	≥10 ³ -<10 ⁴	≥10 ⁴ -<10 ⁵
Emincé	jan-mar	3/30	27	3	0	0	0
	jui-aou	11/30	19	11	0	0	0
Foie	déc-jan	3/30	27	2	1	0	0
	aou-oct	30/30	0	4	13	10	3

Fig. 13 : détermination quantitative de *Campylobacter* spp. dans des échantillons de foie de volaille frais et d'émincé de poulet ; (analyse avec CFA de Biomérieux ; UFC/g) [4]

Lors d'une première série d'analyses menée entre décembre 2009 et janvier 2010, la présence de *Campylobacter* n'a pu être quantifiée que dans 3 échantillons de foie de volaille sur 30 (10 %), et toujours dans de faibles concentrations (entre 10 et 100 UFC/g). La série d'échantillons prélevée entre août et octobre a en revanche révélé une situation bien différente : le germe a pu être mis en évidence de manière quantitative dans 30 échantillons sur 30 (100 %), et dans des concentrations nettement plus élevées, certaines atteignant même la fourchette de 10 000 à 100 000 UFC/g. Un tiers des échantillons présentait une concentration en germes supérieure à 1 000 UFC/g. Ce résultat semble indiquer qu'en été, non seulement le taux de contamination des troupeaux de volaille est plus élevé, mais encore les animaux sont infectés par de plus grandes quantités de germes. L'analyse d'émincé de poulet a aussi montré que ce type de produits était bien plus souvent contaminé en été. En revanche, les concentrations en germes restent faibles (moins de 100 UFC/g) quelle que soit la saison.

Ainsi, les résultats de cette étude récente confirment ceux de l'étude menée il y a déjà 15 ans : le foie de volaille constitue un produit à risque élevé. Bien qu'en Suisse le foie de volaille soit consommé en bien moindre quantité que la viande de volaille, il pourrait avoir une responsabilité importante dans l'épidémie en raison de sa forte contamination. En effet, lorsque le foie de volaille n'est pas cuit assez longtemps à une température suffisante, le consommateur a toutes les chances d'être infecté.

D'autres pays ont également reconnu que le foie de volaille constituait un produit à risque élevé. Ainsi, en Angleterre et au Pays de Galles, sur les 114 épisodes de *Campylobacter* qui ont été déclarés à la *Health Protection Agency* (HPA), l'autorité sanitaire compétente, entre 1992 et 2009, 25 cas (soit 21,9 %) ont pu être imputés à la consommation de foie de volaille [49]. Plusieurs autres études mettent en évidence une relation entre des épisodes de *Campylobacter* et l'ingestion de parfait au foie ou de pâté [39 ; 43 ; 58]. La HPA a donc insisté sur l'importance de cette problématique dans une édition de *Health Protection Report* [42], tandis que la *Food Standards Agency* (FSA) a publié des recommandations sur la cuisson du foie de poulet [37]. Une étude menée en Ecosse parue il y a peu [81] a également mis en évidence une forte prévalence de *Campylobacter* dans le foie de volaille (81 %), de bœuf (69 %), de porc (79 %) et de mouton (78 %) dans le commerce de détail. C'est entre les souches prélevées dans le foie de volaille et les isolats humains que le typage moléculaire (MLST) a révélé le chevauchement le plus important [81].

En Suisse, l'OFSP a diffusé dès 1994 des recommandations relatives à la préparation du foie de poulet [6] et les a depuis régulièrement réitérées de diverses manières. Un prospectus relatif à la conservation et à la préparation de la viande crue a entre autres été publié sur Internet [10] et 200 000 exemplaires imprimés ont été mis en circulation depuis sa parution. Il est toutefois difficile d'évaluer l'impact qu'ont

eu ces actions préventives sur le nombre de cas de campylobactériose humaine. On peut néanmoins supposer qu'il n'est pas possible d'atteindre l'intégralité du public cible concerné, et de loin. Des recettes culinaires qui ne prescrivent pas une cuisson suffisante de la viande et ne tiennent donc pas compte des risques inhérents au foie de volaille continuent par exemple toujours de se diffuser.

2.4 Les voyages à l'étranger

Selon un modèle d'exposition de l'OVF [16], les voyages à l'étranger seraient responsables d'environ 27 % (de 22 à 32 %) des cas humains de campylobactériose en Suisse. Le système de déclaration officiel suisse ne recense pas ce paramètre, rendant impossible toute différenciation systématique entre les cas associés à un voyage à l'étranger et ceux contractés en Suisse. Toutefois, l'étude cas-témoins suisse publiée en 1994 identifiait déjà les voyages à l'étranger comme un facteur de risque important [70] : environ 46 % des patients atteints de campylobactériose avaient à l'époque affirmé avoir séjourné à l'étranger dans les trois jours précédant l'apparition des premiers symptômes.

Au cours des années suivantes, la proportion de patients ayant séjourné à l'étranger a nettement baissé : sur les 467 souches recueillies entre juin et décembre 2009 dans le cadre d'une étude de génotypage, 82 % (383) avaient été prélevées chez des patients qui n'avaient pas effectué de séjour à l'étranger et seulement 18 % (84) chez des patients qui s'étaient rendus à l'étranger dans les deux semaines précédentes [55]. Cette nette évolution au cours des deux décennies écoulées permet de conclure que l'épidémie durable de campylobactériose que connaît la Suisse constitue principalement un phénomène national et non un problème importé.

Par ailleurs, les typages moléculaires (MLST et *flaB*) ont montré que les isolats de *Campylobacter* des patients ayant séjourné à l'étranger et ceux des patients qui étaient restés en Suisse ne se chevauchaient que faiblement ; en revanche, les souches de *Campylobacter* prélevées sur les patients ayant séjourné à l'étranger étaient bien plus souvent résistantes aux quinolones que celles des patients restés en Suisse (respectivement 56 % et 39,4 %) [55]. Il est attesté que la résistance aux quinolones est nettement plus fréquente à l'étranger qu'en Suisse. Conformément aux prévisions, le typage moléculaire des souches résistantes aux quinolones n'a donc montré qu'un chevauchement limité (39 %) entre les isolats prélevés chez l'homme et chez des poulets élevés en Suisse [45].

2.5 L'eau potable

Les déjections d'oiseaux aquatiques, l'écoulement d'eau venant de surfaces agricoles et, notamment, les eaux usées d'origine humaine (non épurées) peuvent contaminer les eaux de surface et du sous-sol avec *Campylobacter*, les bactéries pouvant y survivre longtemps. Consommer de l'eau potable non traitée peut donc accroître le risque de contracter la campylobactériose humaine, comme l'ont montré plusieurs études cas-témoins internationales [20]. Toutefois, ce facteur de risque n'est pas uniforme. Il s'agit plutôt d'un problème spécifique à certains pays ou à certaines régions. Ainsi, l'eau potable contaminée semble principalement être impliquée dans les épisodes infectieux qui surviennent dans les pays d'Europe du Nord [30]. La présence de *Campylobacter* dans l'eau semble également suivre des variations saisonnières. En effet, les quantités de germes présentes dans l'eau sont dans une certaine mesure plus élevées en hiver qu'en été, une tendance saisonnière qui, étonnamment, semble aller à l'encontre de celle constatée chez l'homme [1].

Une PCR quantitative menée dans 23 stations d'épuration de Suisse a mis en évidence *Campylobacter* dans 87,5 % des échantillons d'eaux usées non épurées et dans 64 % des échantillons d'eaux usées épurées. Dans les échantillons contaminés, la concentration en germes s'élevait entre $6,8 \times 10^4$ et $2,3 \times 10^6$ cellules par litre dans les eaux non épurées et entre $1,1 \times 10^4$ et $2,8 \times 10^4$ cellules par litre dans les eaux épurées [66]. Ces résultats montrent qu'en Suisse aussi, les eaux usées d'origine humaine non épurées peuvent être fortement contaminées par *Campylobacter* et constituent donc une source potentielle d'agents pathogènes pouvant provoquer des maladies. Toutefois, les cas de cam-

pylobactériose imputables à l'eau potable sont plutôt rares en Suisse. *Campylobacter* n'a été mis en évidence que dans des cas isolés, et notamment lors de deux épisodes importants, en 1998 à La Neuveville et en 2008 à Adliswil [9 ; 52]. Dans les deux cas, l'eau potable avait été fortement polluée par des eaux usées contaminées, suite à des défaillances techniques et humaines.

En Suisse, quelque 20 % de l'eau potable proviennent des eaux superficielles (essentiellement les lacs), 40 % des sources et 40 % des eaux souterraines. Environ les deux tiers de l'eau brute sont traités pour obtenir de l'eau potable, dont l'intégralité de celle provenant des eaux superficielles. L'eau brute étant de très bonne qualité, 38 % de notre eau potable parviennent dans le réseau de distribution sans avoir été traités [75]. Deux analyses ont décelé *Campylobacter* dans de l'eau de source en Suisse. L'eau brute provenait dans l'un des cas d'une source karstique et dans l'autre, d'une source alimentée par un aquifère poreux [2 ; 63 ; 68]. En revanche, une vaste étude de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) portant sur 99 aquifères fissurés, karstiques et en roche meuble n'a mis en évidence aucun *Campylobacter* [61]. Les eaux souterraines et de source suisses ne sont donc pas suffisamment contaminées par *Campylobacter* pour avoir une réelle responsabilité dans l'épidémie. Les eaux de surface pourraient en principe être contaminées par *Campylobacter*, mais les germes sont éliminés par les procédés habituels de production d'eau potable.

On peut donc estimer qu'hormis dans certains cas isolés, l'eau potable contaminée par des matières fécales ne joue, au vu des standards élevés de qualité microbiologiques, qu'un rôle épidémiologique marginal dans les cas sporadiques de campylobactériose en Suisse. A titre comparatif, on peut mentionner qu'une estimation de l'exposition réalisée aux Pays-Bas a montré que l'eau (de surface) n'y contribuait au plus qu'à 1 % de l'exposition totale à *Campylobacter* [35]. Les autorités compétentes ont donc conclu que l'eau potable ne constituait pas une source d'infection importante aux Pays-Bas [65]. On peut tirer des conclusions similaires pour la Suisse, même si les données existantes ne permettent pas de quantifier exactement le risque que l'eau potable provoque des cas sporadiques de campylobactériose en Suisse.

2.6 Les animaux domestiques

Les contacts avec les animaux domestiques sont régulièrement qualifiés de voie de contamination importante de la campylobactériose. Les propriétaires d'animaux domestiques ayant fréquemment des contacts étroits avec leurs animaux, il serait en principe possible que des animaux domestiques infectés par *Campylobacter* le transmettent à l'homme. Selon un modèle d'exposition, ce facteur serait responsable d'environ 8 % (6 à 9 %) des cas humains de campylobactériose en Suisse [16].

Une étude publiée en 2005 [88] montre que si les chiens et les chats suisses peuvent en principe être porteurs des deux souches les plus fréquemment mises en évidence chez l'homme (*C. jejuni* et *C. coli*), ce n'est en réalité que très rarement le cas (figure 14) :

espèces	chiens (n=634)		chats (n=596)	
	nombre	prévalence	nombre	prévalence
<i>C. jejuni</i>	36	5,7 %	24	4,0 %
<i>C. coli</i>	7	1,1 %	5	0,8 %
<i>C. lari</i>	6	0,9 %	0	-
<i>C. upsaliensis</i> / <i>C. helveticus</i>	193	30,4 %	210	35,2 %
<i>Campylobacter</i> spp.	40	6,3 %	27	4,5 %
Total des animaux positifs à <i>Campylobacter</i>	261	41,2 %	250	41,9 %

Fig. 14 : prévalence de *Campylobacter* chez les chiens et les chats (source : [88])

En effet, la souche la plus fréquemment isolée (au total, dans environ quatre cinquièmes des échantillons positifs) était *C. upsaliensis*, qui est rarement à l'origine de la campylobactériose humaine. Les infections à *Campylobacter* déclarées à l'OFSP en 2009 concernaient dans la très grande majorité des cas (environ 90 %) *C. jejuni* et *C. coli*. D'autres espèces de *Campylobacter* n'ont été mises en évidence chez l'homme en Suisse que dans 0,3 % des cas (Rapport suisse sur les zoonoses 2009 [12]).

L'Institut de bactériologie vétérinaire de l'Université de Berne conduit actuellement des analyses de typage moléculaire. Ces analyses visent à comparer entre autres des isolats humains avec des souches prélevées sur des chats et des chiens afin de pouvoir évaluer avec fiabilité le degré de parenté entre ces différents isolats (communication du professeur Peter Kuhnert, plate-forme *Campylobacter*, 3^e séance, le 4 novembre 2010).

Il est toutefois déjà possible de conclure que les animaux domestiques ne jouent vraisemblablement qu'un rôle mineur dans l'épidémie de campylobactériose humaine en Suisse.

2.7 Résumé

Les résultats de cette étude des principaux facteurs de risque pour la campylobactériose humaine en Suisse peuvent être résumés comme suit :

- De nombreuses observations et études scientifiques démontrent qu'en Suisse, la campylobactériose humaine peut principalement être attribuée au réservoir de volailles et que la viande de volaille contaminée constitue un déterminant essentiel dans la transmission de l'agent pathogène à l'homme. Ce résultat est dans une large mesure étayé par la littérature scientifique internationale.
- La viande de poulet disponible sur le marché suisse est fréquemment contaminée par *Campylobacter*. Les données disponibles indiquent qu'il existerait un potentiel d'amélioration aux étapes de l'abattage et de la transformation de la viande.
- Bien que les échantillons de viande de poulet contaminés par *Campylobacter* ne soient en majorité que faiblement contaminés, une part non négligeable (plusieurs pourcents) des échantillons présentaient des concentrations de germes supérieures à 100 UFC/g. La dose infectieuse de cet agent pathogène étant basse, la viande contaminée de la sorte représente un risque pour les consommateurs.
- Pendant les mois chauds de l'année, le foie de poulet est contaminé par des concentrations extrêmement élevées de *Campylobacter*. Les agents pathogènes sont en partie localisés à l'intérieur des foies, ce qui augmente nettement les risques qu'encourent les consommateurs. Le foie de poulet constitue donc un produit à risque élevé.
- Le nombre de cas de campylobactériose associés à un séjour à l'étranger a diminué de moitié au cours des deux dernières décennies. Dans le même temps, le nombre de cas recensés dans le système de déclaration a pratiquement doublé. La Suisse est clairement confrontée à un problème principalement intérieur qui s'est nettement aggravé ces dernières années.
- D'autres facteurs de risque tels que les contacts avec des animaux domestiques infectés, la consommation de lait cru ou d'eau potable contaminée ne contribuent dans l'ensemble que très peu à l'épidémie en Suisse.

3 Options de gestion des risques

3.1 Contexte

Le nombre d'infections à *Campylobacter* a atteint en Suisse un niveau inacceptable pour la santé publique. L'épidémie se diffuse principalement par voie alimentaire, par la consommation de produits à base de viande de volaille contaminée par l'agent pathogène. L'art. 1 de la loi sur les denrées alimentaires [14] charge explicitement les autorités suisses compétentes, et notamment l'OFSP, de protéger les consommateurs des denrées alimentaires pouvant mettre la santé en danger. En vertu de cet article de loi et au vu de la situation épidémiologique actuelle, il est nécessaire que l'OFSP adopte des mesures pour répondre au problème de la campylobactériose dans le cadre d'une gestion des risques microbiologiques. Ces mesures doivent rester proportionnées tout en permettant d'engager une amélioration concrète de la situation et d'atteindre au mieux les objectifs de protection fixés par le groupe de travail *Roadmap*.

Selon les directives du *Codex Alimentarius* pour la gestion des risques microbiologiques (GRM) [17], la GRM devrait suivre une approche structurée qui englobe :

- l'identification et la sélection d'options de GRM ;
- la mise en œuvre d'activités liées à la GRM ;
- la surveillance et la revue de la mise en œuvre des options retenues.

Les options sélectionnées doivent protéger la santé des consommateurs, être scientifiquement fondées, proportionnelles au risque identifié, réalisables, efficaces et applicables [17].

Selon les données dont nous disposons, le nombre élevé d'infections à *Campylobacter* en Suisse n'est pas imputable à une cause unique. Au contraire, de nombreux facteurs entrent en jeu, de la stabulation dans les entreprises de production primaire à la préparation de la viande en cuisine. Lors de la sélection des options de gestion des risques envisageables, il conviendra donc de considérer la filière alimentaire dans sa totalité. Des options de GRM déjà mises en œuvre par d'autres pays pourront également être prises en compte.

Parmi les options de gestion des risques envisageables, cinq sont présentées plus en détail ci-dessous. Toutes se situent en aval de l'abattage : décontamination des carcasses de volaille, détermination de critères d'hygiène du procédé, détermination de critères de sécurité des denrées alimentaires, restrictions de la vente de produits de volaille et apposition obligatoire de consignes d'hygiène sur les emballages. Ces mesures relèvent principalement de la compétence de l'OFSP et des chimistes cantonaux et pourraient être mises en œuvre à relativement court terme. Aucune mesure concernant la production primaire n'est envisagée dans le présent document, de telles mesures étant du ressort de l'OVF et non de l'OFSP. Enfin, les mesures d'information et d'amélioration du comportement des consommateurs en matière d'hygiène ont été écartées, car l'OFSP y a déjà recours dans une certaine mesure.

3.2 Option 1 : décontamination des carcasses

Une revue de la littérature relative aux traitements biologiques, physiques et chimiques envisageables pour décontaminer les carcasses de volaille a été compilée et publiée dans le cadre d'un projet initié par la plate-forme *Campylobacter* [50]. Cette synthèse documentaire conclut que si les traitements physiques qui ont recours à l'eau bouillante ou à la vapeur sont efficaces, ils entraînent toutefois fréquemment des dégradations qualitatives dans l'aspect de la viande. L'association de vapeur et d'ultrasons semble livrer de meilleurs résultats à cet égard. Le refroidissement à l'air est également efficace. Les traitements chimiques à base d'acides organiques et de substances contenant du chlore ou du phosphate trisodique sont également adaptés à la décontamination des carcasses. Des études sur le traitement chimique montrent que dans les conditions d'utilisation proposées, ces substances

n'auraient pas d'effet préoccupant pour la sécurité alimentaire, et rien ne permet de conclure dans l'état actuel des connaissances que leur utilisation aboutirait au développement d'une résistance vis-à-vis d'autres antimicrobiens [29]. Outre le traitement chimique, il serait également envisageable de décontaminer les carcasses en les exposant à un rayonnement ionisant. Un tel traitement, utilisant par exemple le rayonnement gamma, serait hautement efficace et permettrait d'éliminer les germes des carcasses.

En Suisse, la décontamination des carcasses de volailles est très strictement réglementée. En vertu de l'art. 20, al. 1, let. c, de l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels [72], le traitement des denrées alimentaires d'origine animale visant à éliminer la contamination de leur surface par d'autres procédés que le nettoyage à l'eau potable est soumis à autorisation. La législation de l'Union Européenne (UE) connaît également une disposition similaire (Règlement [CE] n° 853/2004 [27]). Si ni la Suisse ni l'UE n'autorisent pour l'instant les traitements de décontamination, d'autres pays utilisent déjà avec succès ces méthodes qui contribuent à réduire la contamination des carcasses de volaille par *Campylobacter*. En vertu de la législation suisse, tout traitement chimique devrait être mentionné sur l'emballage des produits, dans le cadre des dispositions relatives à l'étiquetage, art. 2, al. 1, let. k, en relation avec l'art. 17 de l'ordonnance sur l'étiquetage et la publicité des denrées alimentaires [22]. Il faut toutefois s'attendre à ce que les consommateurs n'acceptent que difficilement les carcasses de volaille traitées, en particulier si elles l'ont été avec des substances contenant du chlore. Il n'a pas encore été vérifié concrètement au niveau européen si cette position perdurait en dépit des nombreux cas de campylobactériose. Une étude menée au Royaume-Uni [38] est du moins parvenue à la conclusion que les consommateurs seraient ouverts à une décontamination chimique si l'étiquetage ne donnait pas l'impression que le produit pouvait contenir des résidus chimiques. Par ailleurs, on peut supposer qu'un étiquetage obligatoire remporterait peu l'adhésion des fournisseurs pour des raisons de marketing.

En vertu de l'art. 20, al. 1, let. a, de l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels [72], le traitement des denrées alimentaires par des rayonnements ionisants est également soumis à autorisation. Si les denrées alimentaires sont traitées par rayonnement ionisant, les consommateurs doivent en être informés tant pour les denrées alimentaires préemballées que pour celles présentées à la vente en vrac. En vertu des art. 2, al. 1, let. n, et art. 36, al. 2, let. a, de l'ordonnance sur l'étiquetage et la publicité des denrées alimentaires [22], l'étiquetage doit porter la mention « traité aux rayonnements ionisants » ou « irradié ». Selon une étude menée au Royaume-Uni [38], les consommateurs associeraient spontanément une telle mention au traitement du cancer et à la contamination radioactive. Il faut donc s'attendre à ce que le traitement par ionisation des carcasses ne rencontre auprès d'eux qu'une faible acceptation à l'heure actuelle. Toujours pour des raisons de marketing, il est également peu probable que les fournisseurs envisagent de traiter leurs produits de la sorte.

Selon la législation en vigueur, l'initiative de décontaminer les carcasses de volaille par un traitement chimique ou par irradiation devrait venir des abattoirs, des établissements de transformation ou des distributeurs. Mais il est improbable que ceux-ci déposeront des demandes d'autorisation tant qu'aucun mandat légal ne les contraindra à prendre des mesures. Enfin, tant le traitement chimique que l'irradiation ne serviraient qu'à combattre les symptômes, sans attaquer le problème du *Campylobacter* à la racine.

3.3 Option 2 : critères d'hygiène du procédé

En vertu de l'art. 5, al. 3, de l'ordonnance sur l'hygiène [21], les critères d'hygiène des procédés indiquent l'acceptabilité du fonctionnement du procédé de production. Le dépassement d'un critère exige de la part des responsables d'entreprises de denrées alimentaires des mesures correctives appropriées destinées à maintenir l'hygiène du procédé. Les critères d'hygiène ne sont pas applicables aux produits mis sur le marché.

Les critères d'hygiène du procédé et de sécurité des denrées alimentaires applicables en Suisse sont équivalents aux critères microbiologiques imposés dans l'UE par le Règlement (CE) n°2073/2005 [25], la Suisse s'étant engagée par l'Accord bilatéral du 21 juin 1999 entre la Confédération suisse et la Communauté européenne relatif aux échanges de produits agricoles [71] à adopter ces critères. Seules les valeurs de tolérance définies à l'annexe 2 de l'ordonnance sur l'hygiène s'en écartent [21].

Malgré cette obligation contractuelle, la Suisse pourrait, comme les pays membres de l'UE, adopter au niveau national ses propres critères d'hygiène du procédé. En effet, contrairement aux critères de sécurité des denrées alimentaires, qui s'appliquent également aux produits mis sur le marché, les critères d'hygiène du procédé ne porteraient pas préjudice au commerce international. Pour la Suisse, la priorité consiste donc à fixer un critère d'hygiène du procédé ne concernant que les entreprises nationales. Il faut toutefois s'attendre à ce que les entreprises suisses concernées remettent en cause un tel critère au motif que cela constituerait une inégalité juridique.

Pour répondre de manière efficace au problème que pose *Campylobacter*, il est nécessaire d'adopter des mesures tout au long de la chaîne alimentaire. Définir un critère d'hygiène du procédé ferait reposer les efforts plus particulièrement sur les processus situés en amont de la transformation, par exemple en imposant d'améliorer l'hygiène et la stabulation dans la production primaire ou d'optimiser le processus d'abattage. Il faut déterminer sur quel niveau de la chaîne un éventuel critère d'hygiène du procédé devrait porter : un critère d'hygiène du procédé au niveau de la transformation de la viande devrait être ajouté par l'OFSP à l'annexe 3 de l'ordonnance sur l'hygiène [21]. Un critère concernant les carcasses de volaille relèverait en revanche des compétences législatives de l'OVF et devrait être réglementé dans le cadre de l'ordonnance concernant l'abattage d'animaux et le contrôle des viandes [73] ou dans les instructions de l'OVF relatives à l'exécution des analyses microbiologiques dans le cadre de l'autocontrôle des abattoirs [11].

Il faudrait ensuite déterminer la valeur de ces critères d'hygiène du procédé : si le critère s'appliquait à l'étape de la transformation, il serait vraisemblablement possible d'en fixer la valeur à partir des résultats de l'étude de référence menée par l'OFSP pour établir la prévalence de *Campylobacter* dans les produits à base de poulet disponibles dans le commerce de détail [4]. Pour chiffrer de manière proportionnée un critère d'hygiène du procédé qui concernerait l'étape de l'abattage, il serait possible de se référer à des analyses menées en Europe et en Suisse qui indiquent quelle concentration de *Campylobacter* on peut s'attendre à trouver sur des carcasses de poulets de chair.

Selon l'étape à laquelle s'appliquerait la réglementation, la compétence de surveiller et d'évaluer le respect des critères échoirait aux chimistes cantonaux (à l'étape de la transformation) ou aux vétérinaires cantonaux (étape de l'abattage). Un critère d'hygiène du procédé ne peut être efficace que si les autorités exercent une surveillance systématique et exigent, en cas de dépassement, que des mesures soient adoptées pour améliorer la situation. Pour que les responsables aient une influence plus directe en cas de résultats non-conformes, il paraît plus approprié d'adopter un critère d'hygiène du procédé qui s'applique au niveau des carcasses de volaille qu'à celui de la transformation.

3.4 Option 3 : critères de sécurité des denrées alimentaires

Des résultats d'analyse quantitatifs sur la prévalence de *Campylobacter* dans la viande de poulet mise sur le marché suisse sont disponibles [4]. Ces données permettraient de définir un critère de sécurité des denrées alimentaires (valeur limite). Cette valeur devrait être ancrée dans l'ordonnance sur l'hygiène [21] et cibler plus particulièrement les catégories de viande de volaille les plus contaminées et donc les plus risquées, à savoir la viande fraîche avec peau et le foie de volaille.

L'adoption d'une valeur limite constitue une des mesures régulatrices les plus strictes et donc une des plus efficaces que puissent envisager les autorités compétentes. Dans les cas extrêmes, les autorités d'exécution peuvent imposer de détruire la marchandise, forçant les entreprises à rechercher active-

ment des possibilités d'amélioration. Il faudrait donc s'assurer que le critère de sécurité des denrées alimentaires reste proportionné, c'est à dire que la filière avicole puisse réellement l'appliquer. Le critère ne peut être considéré comme proportionné que lorsque le taux de réclamation n'est pas trop élevé. Il ne serait donc question que de fixer un critère quantitatif, et non d'imposer l'absence de *Campylobacter* dans une quantité de viande donnée.

Le principal argument qui s'oppose à un critère de sécurité des denrées alimentaires découle des obligations contractuelles de la Suisse à l'égard de l'UE mentionnées plus haut. Si un critère de sécurité des denrées alimentaires était imposé au niveau national, il devrait être notifié à l'UE (en vertu de la Directive 98/34/CE [26]) et être étayé par des fondements scientifiques solides. A l'heure actuelle, aucun critère national de sécurité des denrées alimentaires n'a été accepté ni notifié dans l'UE. Les importateurs seraient autant concernés par un tel critère que les producteurs suisses. La libre circulation des marchandises de l'UE vers la Suisse ne serait plus garantie, ce qui contreviendrait à l'Accord du 21 juin 1999 entre la Confédération suisse et la Communauté européenne relatif aux échanges de produits agricoles [71]. Le fait que les mesures d'amélioration devraient être adoptées par les producteurs (exploitations de poules) et les entreprises de transformation (abattoirs) et non par l'importateur des marchandises serait également problématique.

Par souci d'exhaustivité, il faut encore mentionner que dans certains cas, les autorités d'exécution pourraient utiliser l'art. 8, al. 1, de l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels [72] comme instrument. Cet article général stipule que les denrées alimentaires ne peuvent contenir des microorganismes qu'en quantités ne présentant aucun danger pour la santé des consommateurs. Il faudrait toutefois s'assurer qu'une éventuelle réclamation invoque des motifs patents de mise en danger, qui puissent, le cas échéant, être défendus devant un tribunal. Comme ce procédé serait extrêmement coûteux pour les autorités d'exécution cantonales, surtout si l'on tient compte du fait que cela pourrait donner lieu à des procédures judiciaires, il ne faut pas s'attendre à ce qu'elles utilisent réellement cet instrument dans leur pratique quotidienne.

3.5 Option 4 : restrictions de vente

Les analyses microbiologiques qui ont été menées sur des produits de volaille mis en vente ont montré que le degré de contamination pouvait fortement varier d'une catégorie de produit à l'autre [4]. Le foie de poulet frais réfrigéré constitue un produit particulièrement risqué pour les consommateurs, du moins pendant les mois d'été. Mais la viande fraîche réfrigérée avec peau est aussi pour partie très fortement contaminée. L'idée d'interdire totalement ou en partie la vente de certains produits de poulet, pour une durée limitée par exemple, est donc naturelle.

Une interdiction partielle de la vente ferait sans aucun doute diminuer le nombre de cas de campylobactériose humaine. Une telle interdiction constituerait toutefois la plus radicale des mesures envisageables et serait donc difficilement justifiable sur le plan juridique, d'autant que le risque de transmission est faible même pour des produits fortement contaminés s'ils sont manipulés de manière hygiénique et correctement préparés. Au lieu d'interdire purement un certain groupe de produit, il serait possible d'imposer des exigences techniques pour la remise aux consommateurs.

Par exemple, il serait possible de décréter que certaines catégories de viandes ne peuvent être mises sur le marché que congelées. Il ressort des résultats de l'étude de référence menée par l'OFSP [4] que cette mesure conduirait vraisemblablement à une nette réduction de la concentration de *Campylobacter* dans les produits concernés mis en vente. Des analyses en laboratoire menées sur de la viande de volailleensemencée expérimentalement avec *Campylobacter* (« *spiking* ») montrent que la congeler entraîne une réduction de la population de germes de l'ordre d'une à plusieurs unités \log_{10} selon la méthode employée [24 ; 67]. Selon un avis scientifique publié récemment par l'EFSA, la congélation réduit la présence de bactéries de 0,91 à 1,44 \log_{10} lorsque la carcasse est entreposée

pendant quelques jours, et de 1,77 à 2,18 log₁₀ si elle l'est pendant trois semaines [33]. Les directives du *Codex Alimentarius* indiquent qu'entreposer des carcasses à -20°C pendant 31 jours permettrait de réduire la présence de *Campylobacter* dans une mesure de 0,7 à 2,9 log₁₀ [18].

Le traitement par le froid constitue donc une mesure efficace de lutte contre *Campylobacter*. Congeler systématiquement la viande de poulet avec peau serait certainement une mesure de santé publique judicieuse qui permettrait de réduire le nombre de cas de campylobactériose, comme en témoignent notamment les expériences de l'Islande [79]. Les volumes de viande de poulet vendus chaque année étant importants, de telles prescriptions auraient toutefois un coût élevé pour les fournisseurs, qui serait répercuté sur le consommateur. En outre, la congélation à grande échelle engendrerait de fortes dépenses énergétiques. Le foie de volaille est vendu en quantités nettement plus faibles. Imposer de ne remettre aux consommateurs que du foie de volaille congelé serait proportionnellement moins coûteux pour le fournisseur, et les risques élevés de ce produit seraient ainsi assez facilement réduits.

Une autre alternative serait d'avoir recours au processus du « *scheduled slaughter* », qui consiste à ne faire subir un traitement par le froid qu'aux carcasses provenant de troupeaux de poulets de chair contaminés. En Islande [79 ; 80] et au Danemark [87], par exemple, les troupeaux sont systématiquement dépistés avant l'abattage et les carcasses provenant des troupeaux contaminés ne sont utilisées que pour des produits congelés, contribuant ainsi à réduire drastiquement le nombre de cas de campylobactériose dans ces deux pays. Une mesure similaire pourrait être adoptée en Suisse, en stipulant que seuls la viande et le foie de poulets provenant de troupeaux non contaminés par *Campylobacter* pourraient être vendus réfrigérés, tous les autres produits devant être congelés. Il serait alors nécessaire de dépister tous les troupeaux avant l'abattage pour déceler une éventuelle contamination par *Campylobacter*. Il existerait aujourd'hui des tests rapides sensibles et peu coûteux pouvant, par exemple, mettre en évidence *Campylobacter* dans des échantillons de fientes de poules [86].

3.6 Option 5 : consignes d'hygiène obligatoires

L'art. 9, al. 4, de l'ordonnance sur les denrées alimentaires d'origine animale [23] contient quelques prescriptions relatives aux règles d'hygiène à mentionner sur l'étiquetage de la viande et de produits à base de viande : les emballages et les conditionnements de viande hachée, de préparations à base de viande et de produits à base de viande de volaille destinés à être consommés cuits doivent porter une mention le précisant. Il n'existe toutefois aucune réglementation concernant la viande de volaille fraîche.

En 2001, l'OFSP a déjà essayé d'ancrer l'obligation de prévenir les consommateurs des risques microbiologiques dans l'ordonnance sur l'hygiène. Mais à l'époque, toute tentative de réglementation s'était heurtée notamment à l'opposition de l'industrie agroalimentaire. Dès 1993, un grand distributeur a commencé à apposer de son plein gré des consignes d'hygiène sur ses emballages de viande de volaille fraîche, en réaction à la diffusion d'une émission de protection des consommateurs sur une chaîne de télévision suisse. Avec la prise de conscience de la relation entre la viande de volaille et les infections à *Campylobacter*, ces consignes d'hygiène se sont ensuite généralisées dans toute la Suisse. Cependant, elles ne sont généralement pas placées à un endroit bien visible. Elles se trouvent parfois même à l'intérieur des emballages, où l'on y fait naturellement peu attention. En outre, elles sont souvent imprimées en petits caractères et sont parfois trop peu instructives. On peut donc douter de leur efficacité.

Il serait donc judicieux de rendre juridiquement contraignante l'apposition de consignes d'hygiène compréhensibles et visibles par le consommateur. Si la loi prescrivait des mises en garde, il ne serait plus possible de faire figurer des textes pour la forme sur l'emballage. Une consigne d'hygiène à apposer sur la viande de volaille crue ne devrait pas se contenter de mentionner le fait qu'il faille suffisamment cuire la viande. Il faudrait également qu'elle informe le consommateur sur la manière de manipuler la viande de volaille crue, car les infections à *Campylobacter* dans les ménages et dans les collectivités résultent plus souvent de contaminations croisées que d'une mauvaise cuisson [28 ; 51].

Les prescriptions suisses en matière d'étiquetage des denrées alimentaires d'origine animale qui relèvent du paquet Hygiène de l'UE sont équivalentes à celles de l'UE. Cependant, rien dans l'accord bilatéral conclu avec l'UE [71] ne s'oppose à ce que l'on introduise en Suisse des prescriptions supplémentaires en matière d'étiquetage à des fins de protection de la santé.

Enfin, il faut noter que les avis divergent sur l'efficacité des consignes d'hygiène apposées sur les emballages : les experts participant à un colloque scientifique de l'EFSA en 2008 ont estimé qu'apposer des consignes était certes une mesure peu coûteuse, mais que son efficacité était limitée [30]. L'étiquetage relatif à la manipulation sécuritaire qu'il est obligatoire d'apposer aux USA depuis 1994 semble aussi avoir peu d'influence [90]. A l'inverse, un rapport des autorités irlandaises responsables de la sécurité des denrées alimentaires [36] est par exemple arrivé à la conclusion qu'imposer des indications d'hygiène aisément compréhensibles constituait une mesure efficace et peu coûteuse pour lutter contre la campylobactériose. Et d'après une revue de synthèse [64], les indications apposées sur l'emballage constitueraient la source d'information privilégiée des consommateurs pour ce qui touche aux denrées alimentaires.

3.7 Résumé

L'OFSP a détaillé cinq options de gestion des risques applicables à différentes étapes de la chaîne alimentaire :

1. décontamination des carcasses de volaille par traitement chimique ou par irradiation ;
2. critères d'hygiène du procédé aux étapes de l'abattage ou de la transformation ;
3. critères de sécurité des denrées alimentaires pour les produits sur le marché suisse ;
4. restrictions ou exigences techniques à la vente ;
5. consignes d'hygiène obligatoires sur les emballages.

Les mesures concernant la production primaire n'ont pas été prises en compte, car elles relèvent de la compétence de l'OVF. Enfin, les mesures d'information des consommateurs ont été écartées, car l'OFSP y a déjà recours dans une certaine mesure.

4 Mesures de gestion des risques

4.1 Evaluation et hiérarchisation

Selon les directives du *Codex Alimentarius* pour la gestion des risques microbiologiques (GRM) [17], les options de GRM doivent protéger la santé des consommateurs, être scientifiquement fondées, proportionnelles au risque identifié, réalisables, efficaces et applicables. Les cinq options de gestion des risques applicables à différentes étapes de la chaîne alimentaire étudiées par l'OFSP ont été évaluées et hiérarchisées sur la base de ces critères :

1. Décontamination des carcasses de volaille par traitement chimique ou par irradiation

Il s'agit là de mesures pour certaines très efficaces. L'irradiation permettrait même d'éliminer totalement l'agent pathogène. En raison de la législation en vigueur (autorisation obligatoire), l'initiative devrait venir de l'industrie avicole. Mais s'équiper des infrastructures nécessaires représenterait un investissement important pour les abattoirs. Il faut donc s'attendre à ce que ces derniers ne soient que faiblement disposés à faire ce pas. De même, il est à craindre que les consommateurs n'acceptent que modérément ces techniques. Il ne faudrait donc envisager cette option qu'après en avoir préalablement discuté avec les acteurs concernés.

2. Critères d'hygiène du procédé aux étapes de l'abattage ou de la transformation

Introduire un critère d'hygiène du procédé ferait peser une charge importante sur les processus en amont de la transformation. Il semble plus judicieux de fixer un critère au niveau des carcasses de volaille qu'à celui de la transformation de la viande, car les responsables auraient une influence bien plus directe en cas de résultats non-conformes. Comme seules les entreprises suisses seraient concernées par une telle mesure, il est à anticiper que l'industrie avicole s'y opposerait au motif que cela constituerait une inégalité juridique. Quant aux obligations contractuelles qui lient la Suisse à l'UE, rien ne semble faire obstacle à cette mesure, car elle n'aurait aucun impact sur le commerce international.

3. Critères de sécurité des denrées alimentaires pour les produits sur le marché suisse

Fixer des valeurs limites constitue l'une des mesures régulatrices les plus radicales qui s'offrent aux autorités et permettrait d'exercer une forte pression sur l'industrie avicole. Cependant, cette mesure frapperait en premier lieu les entreprises qui commercialisent du poulet, et non les producteurs ou les abattoirs, qui sont pourtant les mieux placés pour adopter des mesures contre la contamination par *Campylobacter*. Ces valeurs s'appliqueraient autant aux marchandises importées qu'à celles produites en Suisse. Les accords bilatéraux conclus avec l'UE dans le domaine des denrées alimentaires d'origine animale constituent donc un obstacle important à la mise en œuvre d'une telle mesure.

4. Restrictions ou exigences techniques à la vente

La congélation est indéniablement efficace pour réduire la concentration en *Campylobacter* et a fait ses preuves dans plusieurs pays. Imposer de congeler toutes les viandes de poulet ou toutes les marchandises à base de viande avec peau coûterait toutefois cher à l'industrie agroalimentaire et se répercuterait dans le commerce. La solution qui consiste à dépister les troupeaux en amont de l'abattage et à réserver la viande tirée des troupeaux contaminés par *Campylobacter* à la production de produits congelés serait probablement elle aussi mal acceptée – bien que l'aspect logistique ne poserait certainement pas de difficultés. Le foie de volaille, en revanche, représente une part de marché relativement faible. Imposer que seuls les foies de volaille provenant de troupeaux non contaminés par *Campylobacter* puissent être mis sur le marché sans congélation préalable serait donc moins coûteux pour les fournisseurs, et une telle mesure permettrait d'atténuer les risques présentés par ce produit à haut risque.

5. Consignes d'hygiène obligatoires sur les emballages

Il n'est pas certain que cette mesure soit réellement efficace à long terme. Par rapport aux pratiques actuelles, rendre obligatoires les consignes d'hygiène sur les emballages constituerait toutefois certainement un progrès et serait judicieux si combiné à d'autres mesures d'information des

consommateurs. En outre, cette mesure serait relativement peu coûteuse à mettre en œuvre par comparaison avec d'autres mesures de gestion du risque envisageables.

Afin d'atteindre les objectifs de protection définis dans la feuille de route *Campylobacter*, l'OFSP s'est fixé comme priorité, début 2011, de mettre en œuvre trois options de gestion des risques tout au long de la chaîne alimentaire. Il s'agit de mesures régulatrices adoptées par les autorités compétentes :

Mesures prioritaires de l'OFSP pour lutter contre le problème de *Campylobacter* :

- fixer des restrictions et des exigences techniques pour la vente de foie de poulet ;
- rendre contraignante l'apposition de consignes d'hygiène compréhensibles et visibles sur les emballages de produits de volaille mis en vente ;
- fixer des critères d'hygiène du procédé au niveau de l'abattage.

L'efficacité des mesures adoptées doit être évaluée en temps opportun. Ces évaluations font partie intégrante du processus de gestion des risques. Les activités devront en outre être assorties de mesures de communication adaptées et ciblées.

4.2 Planning de la mise en œuvre

Lors de la séance du groupe de travail *Roadmap* du 26 avril 2011, l'OFSP et l'OVF se sont accordés pour mettre en œuvre les mesures régulatrices selon le planning suivant :

Restrictions et exigences techniques pour la vente de foie de poulet

A l'occasion des révisions annuelles de 2012, l'OFSP diffuse auprès des cercles intéressés une modification de l'ordonnance sur l'hygiène [21] pour prise de position. Par cette modification, l'OFSP propose d'ancrer dans cette ordonnance l'obligation de congeler les foies de volaille. Ainsi, ce produit à risque ne pourra plus être remis au consommateur que congelé, sauf s'il est possible de prouver que la marchandise provient d'un troupeau non contaminé par *Campylobacter*. La remise du produit réfrigéré ne sera autorisée qu'à cette dernière condition. Si cette proposition recevait l'approbation des cercles intéressés lors de la consultation menée à l'été 2012, alors la modification pourrait entrer en vigueur en 2013. Il faudrait alors prévoir un délai transitoire approprié.

Consignes d'hygiène obligatoires sur les emballages de produits de volaille mis en vente

A l'occasion des révisions annuelles de 2012, l'OFSP propose également de créer dans l'ordonnance sur les denrées alimentaires d'origine animale [23] une base légale imposant une consigne d'hygiène obligatoire relative à la manipulation et à la préparation de la viande de volaille. La consigne devra être apposée sur les emballages de viande de volaille fraîche et de préparations à base de viande de volaille de telle manière que les consommateurs ne puissent manquer de la voir (position, taille de police). Il s'agira d'une part d'informer le consommateur que les produits doivent être complètement cuits avant consommation. D'autre part, il faudra indiquer au consommateur comment éviter les contaminations croisées, en séparant clairement la viande de volaille des autres denrées alimentaires (planches à découper, couteaux et assiettes distincts), en se lavant soigneusement les mains après chaque manipulation et en nettoyant les outils de cuisine après chaque utilisation. Cette modification sera également diffusée auprès des cercles intéressés au cours d'une procédure de consultation à l'été 2012 et pourrait entrer en vigueur en 2013.

Critères d'hygiène du procédé au niveau de l'abattage

L'OVF prévoit d'examiner plus avant, dans son domaine de compétences, la possibilité de fixer des critères microbiologiques pour les carcasses de volaille afin de répondre à la problématique de *Campylobacter*. Les valeurs pourraient par exemple être ancrées dans les instructions de l'OVF relatives à l'exécution des analyses microbiologiques dans le cadre de l'autocontrôle des abattoirs [11]. Une proposition plus fouillée (en ce qui concerne la détermination des valeurs, les plans d'échantillonnage, les méthodes d'analyse, etc.) doit être développée en collaboration avec le groupe de travail Production de la plate-forme *Campylobacter*, en associant les cercles intéressés aux travaux. Une analyse portant sur les différentes étapes du processus sera menée dans plusieurs abattoirs à titre d'instrument

d'accompagnement, dans le cadre d'une étude (thèse réalisée à l'Institut pour la sécurité et l'hygiène des denrées alimentaires de l'Université de Zurich). Elle mettra en lumière l'impact que peuvent avoir des différences techniques à différentes étapes du processus d'abattage sur le statut microbiologique des carcasses de volaille. L'OFSP est représenté dans le groupe d'accompagnement de ce projet. L'OVF ne pourra prendre de décision relative aux critères d'hygiène du procédé qu'à l'issue de cette analyse des différentes étapes du processus, soit au plus tôt en 2014.

Outre ces mesures régulatrices, il serait possible dans certaines circonstances d'adopter une mesure non régulatrice : il s'agirait de lancer, en collaboration avec l'industrie avicole, un projet de recherche appliquée prenant la forme d'un projet pilote pour la décontamination chimique des carcasses de poulet. En vertu de l'art. 20 de l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels [72], le traitement des carcasses par d'autres procédés que le nettoyage à l'eau potable est soumis à l'autorisation de l'OFSP. Pour cela, l'industrie avicole devrait soumettre une demande à l'OFSP, mais rien n'indique pour l'instant qu'elle en prendrait spontanément l'initiative. L'OFSP et l'OVF doivent donc déterminer, au sein du groupe de travail Production, si un tel projet pourrait présenter un intérêt aux yeux des représentants de la branche suisse et s'il serait possible de le lancer à moyen terme.

4.3 Perspectives

La problématique de *Campylobacter* a atteint en Suisse une dimension telle qu'elle contraint à présent les autorités compétentes à adopter des mesures de lutte efficaces. Pour atteindre les objectifs de protection contre la campylobactériose, il faut que ces mesures touchent l'ensemble de la chaîne alimentaire (hygiène dans le local de stabulation, lors de l'abattage, de la transformation et de la consommation). A chaque étape, des mesures pourraient contribuer à réduire la contamination microbienne de la viande de volaille, participant ainsi à prévenir les cas de campylobactériose chez l'homme.

Les mesures régulatrices présentées dans ce document constituent une première étape dans la lutte durable contre cette problématique. Si elles venaient à être mises en œuvre, leur efficacité devrait être évaluée en temps opportun. Cette évaluation indiquera si ces mesures suffisent à atteindre les objectifs de protection formulés ou si les autorités compétentes doivent aller plus loin.

5 Bibliographie

- [1] Abulreesh H.H., Paget T.A., Goulder R. (2006): *Campylobacter* in waterfowl and aquatic environments: incidence and methods of detection. *Environ Sci. Technol.* 40(23):7122-7131.
- [2] Auckenthaler A., Huggenberger P. (2003): Pathogene Mikroorganismen im Grund- und Trinkwasser. Transport – Nachweismethoden – Wassermanagement. Birkhäuser-Verlag. Hrsg. v. Auckenthaler u. Huggenberger. [en allemand]
- [3] Baumgartner, A. (2008): Foyers de toxi-infections alimentaires en Suisse de 1994 à 2006. *Bulletin OFSP* Nr. 32:562-568.
- [4] Baumgartner, A. Felleisen, R. (2011): Market surveillance for *Campylobacter*-contaminations on various categories of chicken meat and proposals for risk management measures in Switzerland. *J. Food Prot.* 74(12):2048-2054.
- [5] Baumgartner, A., Grand, M., Liniger, M., Simmen, A. (1995): *Campylobacter* contaminations of poultry liver – consequences for food handlers and consumers. *Arch. Lebensm. Hyg.* 46:11-12.
- [6] Baumgartner, A., Schwab, H. (1994): La manipulation à la cuisine des denrées alimentaires crues d'origine animale. *Bulletin OFSP* 3:51-54.
- [7] Beach, R.H., Kuchler, F., Leibtag, E., Zhen, C. (2008): The effects of avian influenza news on consumer purchasing behavior. A case study of Italian consumers' retail purchases. United States Department of Agriculture, Economic Research Service; *Economic Research Report Number 65* (August 2008).
- [8] Birk, T., Grønlund, A.C., Christensen, B.B., Knøchel, S., Lohse, K., Rosenquist, H. (2010): Effect of organic acids and marination ingredients on the survival of *Campylobacter jejuni* on meat. *J. Food Prot.* 73:258-265.
- [9] Breitenmoser A., Fretz R., Schmid J., Besl A., Etter R. (2011): Outbreak of acute gastroenteritis due to a washwater-contaminated water supply, Switzerland, 2008. *J. Water Health* 9(3):569-576.
- [10] Office fédéral de la santé publique OFSP (2006): Aide-mémoire: Conservation et préparation de la viande. (<http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04858/04860/06176/index.html?lang=fr>).
- [11] Office vétérinaire fédéral OVF (2008): Instructions relatives à l'exécution des analyses microbiologiques dans le cadre de l'autocontrôle des abattoirs du 3 octobre 2006 (rev. juin 2008). (http://www.bvet.admin.ch/themen/lebensmittel/01299/index.html?lang=fr&__lang=
- [12] Office vétérinaire fédéral OVF. Rapport Suisse sur les zoonoses (annuellement); éditeur : Office vétérinaire fédéral OVF. (<http://www.bvet.admin.ch/themen/03605/index.html?lang=fr>)
- [13] Office vétérinaire fédéral OVF (2012): *Campylobacter* bei Poulets. *Schweizerische Geflügelzeitung* 2:7. [en allemand]
- [14] L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse. Loi fédérale sur les denrées alimentaires et les objets usuels du 9 octobre 1992, Etat le 1^{er} janvier 2012 (Loi sur les denrées alimentaires, LDAI; RS 817.0)
- [15] Büttner, S., Bruhn, S., Danuser, J., Overesch, G., Schüpbach, G. (2010): Etude de référence sur la prévalence de *Campylobacter* dans les troupeaux de poulets de chair ainsi que sur la prévalence de *Campylobacter* / salmonelles sur les carcasses de poulets de chair en 2008. Office vétérinaire fédéral OVF (<http://www.bvet.admin.ch/themen/02794/03039/index.html?lang=fr>).
- [16] Büttner, S., Wieland, B., Stärk, K.D.C., Regula, G. (2010): Risk attribution of *Campylobacter* infection by age group using exposure modelling. *Epidemiol Infect* 138:1748-1761
- [17] Codex Alimentarius (2007): Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Management. CAC/GL 63-2007.
- [18] Codex Alimentarius (2010): Proposed Draft Guidelines for the Control of *Campylobacter* and *Salmonella* in Chicken Meat (at step 5/8 of the procedure). CCFH 42-2010.

- [19] De Haan, C.P., Kivistö, R., Hakkinen, M., Rautelin, H., Hänninen, M.L. (2010): Decreasing trend of overlapping multilocus sequence types between human and chicken *Campylobacter jejuni* isolates over a decade in Finland. *Appl. Environ. Microbiol.* 76:5228-5236.
- [20] Domingues A.R., Pires S.M., Halasa T., Hald T. (2012): Source attribution of human campylobacteriosis using a meta-analysis of case-control studies of sporadic infections. *Epidemiol. Infect.* Jan 3:1-12. [Epub ahead of print]
- [21] Département fédéral de l'intérieur DFI. Ordonnance du DFI sur l'hygiène du 23 novembre 2005, Etat le 1er novembre 2010 (OHyg; RS 817.024.1).
- [22] Département fédéral de l'intérieur DFI. Ordonnance du DFI sur l'étiquetage et la publicité des denrées alimentaires du 23 novembre 2005, Etat le 1^{er} janvier 2012 (OEDAI; RS 817.022.21).
- [23] Département fédéral de l'intérieur DFI. Ordonnance du DFI sur les denrées alimentaires d'origine animale du 23 novembre 2005, Etat le 1^{er} novembre 2010 (RS 817.022.108)
- [24] El-Shibiny, A., Connerton P., Connerton I. (2009): Survival at refrigeration and freezing temperatures of *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni* on chicken skin applied as axenic and mixed inoculums. *Int. J. Food Microbiol.* 131:197–202.
- [25] La Commission des Communautés Européennes : Règlement (CE) No 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne* L 338:1.
- [26] Le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne : Directive 98/34/CE du Parlement Européen et du Conseil du 22 juin 1998 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information. *Journal officiel de l'Union européenne* L 204:37.
- [27] Le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne : Règlement (CE) N°853/2004 du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale. *Journal officiel de l'Union européenne* L 139:55.
- [28] European Food Safety Authority EFSA (2005): Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to *Campylobacter* in animals and foodstuffs. *EFSA Journal* 173:1-10.
- [29] European Food Safety Authority EFSA (2008): Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from DG SANCO on the assessment of the possible effect of the four antimicrobial treatment substances on the emergence of antimicrobial resistance. *EFSA Journal* 659:1-26.
- [30] European Food Safety Authority EFSA (2009): Assessing health benefits of controlling *Campylobacter* in the food chain. EFSA Scientific Colloquium Summary Report; 4-5 December 2008, Rome, Italy.
- [31] European Food Safety Authority EFSA (2010): Scientific opinion on quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU. *EFSA Journal* 8(1):1437.
- [32] European Food Safety Authority EFSA (2010): Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008 (Part A). *EFSA Journal* 8(03):1503.
- [33] European Food Safety Authority EFSA (2011): Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *EFSA Journal* 9(4):2105.
- [34] European Food Safety Authority, 2011. The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in the European Union in 2009. *EFSA J.* 9(3):2090.
- [35] Evers E.G., Van Der Fels-Klerx H.J., Nauta M.J., Schijven J.F., Havelaar A.H. (2008): *Campylobacter* source attribution by exposure assessment. *Int. J. Risk Ass. Mgt.* 8(1-2):174-190.
- [36] Food Safety Authority of Ireland, FSAI (2002): Control of *Campylobacter* species in the food chain. Food Safety Authority of Ireland. Microbiology Sub-Committee.
(<http://www.fsai.ie/search-results.html?searchString=campylobacter>)

- [37] Food Standards Agency FSA, UK (2010): Report links undercooked liver to *Campylobacter* food poisoning. FSA, 3 December 2010. (<http://www.food.gov.uk/news/newsarchive/2010/dec/liver>).
- [38] Food Standards Agency FSA, UK (2010): Citizens' Forums - *Campylobacter*. TNS-BMRB Report (by Elizabeth Jordan and Richard Stockley), JN 209445, 23 September 2010. (<http://www.food.gov.uk/science/socsci/ssres/foodsafetyss/citforumcampy>).
- [39] Forbes, K.J., Gormley, F.J., Dallas, J.F., Labovitiadi, O., MacRae, M., Owen, R.J., Richardson, J., Strachan, N.J., Cowden, J.M., Ogden, I.D., McGuigan, C.C. (2009): *Campylobacter* immunity and coinfection following a large outbreak in a farming community. *J. Clin. Microbiol.* 47:111-116.
- [40] Friesema I.H., Havelaar A.H., Westra P.P., Wagenaar J.A., van Pelt W. (2012): Poultry Culling and *Campylobacteriosis* Reduction among Humans, the Netherlands. *Emerg. Infect. Dis.* 18(3):466-468.
- [41] Hartnack S., Doherr M.G., Alter T., Toutounian-Mashad K., Greiner M. (2009): *Campylobacter* monitoring in German broiler flocks: an explorative time series analysis. *Zoonoses Public Health.* 56(3):117-128.
- [42] Health Protection Agency HPA, UK (2010): Foodborne outbreaks of *Campylobacter* associated with consumption of poultry liver pâté/parfait - spotlight on caterers and food safety. *Health Protection Report* Vol 4 No 48 (3 December 2010) (<http://www.hpa.org.uk/hpr/archives/2010/news4810.htm#campy>).
- [43] Inns, T., Foster, K., Gorton, R. (2010): Cohort study of a campylobacteriosis outbreak associated with chicken liver parfait, United Kingdom, June 2010. *Euro Surveill.* 15(44):pii:19704.
- [44] Jore S., Viljugrein H., Brun E., Heier B.T., Borck B., Ethelberg S., Hakkinen M., Kuusi M., Reiersen J., Hansson I., Engvall E.O., Løfdahl M., Wagenaar J.A., van Pelt W., Hofshagen M. (2010): Trends in *Campylobacter* incidence in broilers and humans in six European countries, 1997-2007. *Prev. Vet. Med.* 93(1):33-41.
- [45] Kittl, S., Kuhnert, P., Hächler, H., Korczak, B.M. (2010): Comparison of genotypes and antibiotic resistance of *Campylobacter jejuni* isolated from humans and slaughtered chickens in Switzerland. *J. Appl. Microbiol.* 110:513-520.
- [46] Kovats, R.S., Edwards, S.J., Charron, D., Cowden, J., D'Souza, R.M., Ebi, K.L., Gauci, C., Gerner-Smidt, P., Hajat, S., Hales, S., Hernandez, P.G., Kriz, B., Kutsar, K., McKeown, P., Mellou, K., Menne, B., O'Brien, S., Van, P.W., Schmid, H. (2005): Climate variability and *Campylobacter* infection: an international study. *Int. J. Biometeorol.* 49:207-214.
- [47] Landwirtschaftlicher Informationsdienst LID (2010): Infografik: Fleischkonsum in der Schweiz stagniert. Landwirtschaftlicher Informationsdienst; Mediendienst Nr. 2996 vom 12. November 2010 (<http://www.lid.ch/de/medien/mediendienst/archyear/2086/>) [en allemand]
- [48] Lindmark, H., Boqvist, S. Ljungström, M. Ågren, P. Björkholm, B., Engstrand, L. (2009): Risk factors for campylobacteriosis: an epidemiological surveillance study of patients and retail poultry. *J. Clin. Microbiol.* 47:2616-2619.
- [49] Little, C.L., Gormley, F.J., Rawal, N., Richardson, J.F. (2010): A recipe for disaster: outbreaks of campylobacteriosis associated with poultry liver pâté in England and Wales. *Epidemiol. Infect.* 138:1691-1694.
- [50] Loretz, M., Stephan, R. Zweifel, C. (2010): Antimicrobial activity of poultry decontamination treatments: a literature survey. *Food Control* 21(6):791-804
- [51] Lubber P. (2009): Cross-contamination versus undercooking of poultry meat or eggs - which risks need to be managed first? *Int. J. Food Microbiol.* 134(1-2):21-28.
- [52] Maurer A.-M., Stürchler D. (2000): A waterborne outbreak of small round structured virus, *Campylobacter* and *Shigella* co-infections in La Neuveville, Switzerland, 1998. *Epidemiol. Infect.* 125(2):325-332.
- [53] Mullner, P., Collins-Emerson, J.M., Midwinter, A.C., Carter, P., Spencer, S.E., van der Logt, P., Hathaway, S. French, N.P. (2010): Molecular epidemiology of *Campylobacter jejuni* in a geographically isolated country with a uniquely structured poultry industry. *Appl. Environ. Microbiol.* 76: 2145-2154.

- [54] Mullner, P., Spencer, S.E., Wilson, D.J., Jones, G., Noble, A.D., Midwinter, A.C., Collins-Emerson, J.M., Carter, P., Hathaway, S., French, N.P. (2009): Assigning the source of human campylobacteriosis in New Zealand: a comparative genetic and epidemiological approach. *Infect. Genet. Evol.* 9:1311-1319.
- [55] Niederer L., Kuhnert P., Egger R., Büttner S., Hächler H., Korczak B.M. (2012): Genotypes and antibiotic resistances of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolates from domestic and travel-associated human cases. *Appl. Environ. Microbiol.* 78(1):288-291.
- [56] Nylen, G., Dunstan, F., Palmer, S.R., Andersson, Y., Bager, F., Cowden, J., Feierl, G., Galloway, Y., Kapperud, G., Megraud, F., Molbak, K., Petersen, L.R., Ruutu, P. (2002): The seasonal distribution of *Campylobacter* infection in nine European countries and New Zealand. *Epidemiol. Infect.* 128:383–390.
- [57] O'Leary, A.M., Whyte, P., Madden, R.H., Cormican, M., Moore, J.E., Mc Namara, E., Mc Gill, K., Kelly, L., Cowley, D., Moran, L., Scates, P., Collins, J.D., Carroll, C.V. (2011): Pulsed field gel electrophoresis typing of human and retail foodstuff campylobacters: An Irish perspective. *Food Microbiol.* 28:426-433.
- [58] O'Leary, M.C., Harding, O., Fisher, L., Cowden, J. (2009): A continuous common-source outbreak of campylobacteriosis associated with changes to the preparation of chicken liver pâté. *Epidemiol. Infect.* 137:383-388.
- [59] Olson, C.K., Ethelberg, S., van Pelt, W., Tauxe, R.V. (2008): Epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections in industrialized Nations. In: Nachamkin, I., Szymanski, C.M., Blaser, M.J. (Eds.), *Campylobacter*. ASM Press, Washington, DC, pp. 163–190.
- [60] Patrick, M.E., Christiansen, L.E., Waino, M., Ethelberg, S., Madsen, H., Wegener, H.C., (2004): Effects of climate on incidence of *Campylobacter* spp. in humans and prevalence in broiler flocks in Denmark. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:7474–7480.
- [61] Pronk M., Sinreich M., Guhl F., Egli T., Kötzsch S., Felleisen R., Koch M., Köster O., Raetz E., Ramseier C., Rossi P., Schürch N. (2010): Auftreten von Mikroorganismen im Grundwasser - Ein erster landesweiter Überblick. *gwa – Gas Wasser Abwasser* 12:1059-1071. [en allemand]
- [62] Proviande (2012): La consommation de viande 2011. Proviande – L'interprofession suisse de la filière viande; 05.04.2012; (<http://www.schweizerfleisch.ch/fr/proviande/statistique/consommation.html>)
- [63] Raso G. (2001): Mikrobiologische Veränderungen eines Karstquellwassers: Einfluss von Regen und natürlicher Düngung. *Mémoire de maîtrise*, Schweizerisches Tropeninstitut und Kantonales Laboratorium Basel-Landschaft. [en allemand]
- [64] Redmond E.C., Griffith C.J. (2003): Consumer food handling in the home: a review of food safety studies. *J. Food Prot.* 66(1):130-161.
- [65] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM (2002): Campylobacteriose in Nederland. Risico's en interventiemogelijkheden. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Havelaar AH (red). Rapport nummer 250911001. [en néerlandais]
- [66] Rinsoz T., Hilfiker S., Oppliger A. (2009): Quantification of thermotolerant *Campylobacter* in Swiss water treatment plants, by real-time quantitative polymerase chain reaction. *Water Environ. Res.* 81(9):929-933.
- [67] Ritz, M., Nauta M.J., Teunis P.F., van Leusden F., Federighi M., Havelaar A.H. (2007): Modelling of *Campylobacter* survival in frozen chicken meat. *J. Appl. Microbiol.* 103:594–600.
- [68] Schaffter N., Parriaux A. (2002): Pathogenic-bacterial water contamination in mountainous catchments. *Water Res.* 36(1):131-139.
- [69] Schmid, H., Baumgartner, A. (2003): Epi-Notice: *Campylobacter* à discrétion. *Bulletin OFSP* 8:137.
- [70] Schorr, D., Schmid, H., Rieder, H.L., Baumgartner, A., Vorkauf, H., Burnens, A. (1994): Risk factors for *Campylobacter* enteritis in Switzerland. *Zbl. Hyg.* 196:327-337.
- [71] La Confédération suisse et la Communauté européenne : Accord entre la Confédération suisse et la Communauté européenne relatif aux échanges de produits agricoles. Conclu le 21 juin 1999; Entré en vigueur le 1er juin 2002, Etat le 1^{er} décembre 2011. (RS 0.916.026.81).

- [72] Le Conseil fédéral suisse. Ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels du 23 novembre 2005, Etat le 1^{er} janvier 2012 (ODAIU; RS 817.02).
- [73] Le Conseil fédéral suisse. Ordonnance concernant l'abattage d'animaux et le contrôle des viandes du 23 novembre 2005, Etat le 1^{er} janvier 2012 (OAbCV; RS 817.190)
- [74] Le Conseil fédéral suisse. Ordonnance sur la déclaration des maladies transmissibles de l'homme du 13 janvier 1999, Etat le 22 décembre 2003 (Ordonnance sur la déclaration; RS 818.141.1).
- [75] Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux SSIGE (2008): Trinkwasserinformation. Bericht TW112. [en allemand]
- [76] Sears A., Baker M.G., Wilson N., Marshall J., Muellner P., Campbell D.M., Lake R.J., French N.P. (2011): Marked campylobacteriosis decline after interventions aimed at poultry, New Zealand. *Emerg. Infect. Dis.* 17(6):1007-1015.
- [77] Sheppard S.K., Dallas, J.F., Strachan, N.J.C., MacRae, M., McCarthy, N.D., Wilson, D.J., Gormley, F.J., Falush, D., Ogden, I.D., Maiden, M.C.J., Forbes, K.J. (2009): *Campylobacter* genotyping to determine the source of human infection. *Clin. Inf. Dis.* 48:1072-1078.
- [78] Stegeman A., Bouma A., Elbers A.R., de Jong M.C., Nodelijk G., de Klerk F., Koch G., van Boven M. (2004): Avian influenza A virus (H7N7) epidemic in The Netherlands in 2003: course of the epidemic and effectiveness of control measures. *J. Infect. Dis.* 190(12):2088-2095.
- [79] Stern, N.J., Hiatt, K.L., Alfredsson, G.A., Kristinsson, K.G., Reiersen, J., Hardardottir, H., Briem, H., Gunnarsson, E., Georgsson, F., Lowman, R., Berndtson, E., Lammerding, A.M., Paoli, G.M. Musgrove, M.T. (2003): *Campylobacter* spp in Icelandic operations and human disease. *Epidemiol. Infect.* 130:23-32.
- [80] Strachan, N.J.C., Forbes K.J. (2010): The growing UK epidemic of human campylobacteriosis. *Lancet* 376:665-667.
- [81] Strachan, N.J.C., MacRae M., Thomson A., Rotariu O., Ogden I.D., Forbes K.J. (2012): Source attribution, prevalence and enumeration of *Campylobacter* spp. from retail liver. *Int. J. Food Microbiol.* 153(1-2):234-236.
- [82] Suzuki, H., Yamamoto, S. (2009): *Campylobacter* contamination in retail poultry meats and by-products in the world: a literature survey. *J. Vet. Med. Sci.* 71(3):255-261.
- [83] Tam, C.C., Rodrigues, L.C., O'Brien, S.J., Hajat, S. (2006): Temperature dependence of reported *Campylobacter* infection in England, 1989–1999. *Epidemiol. Infect.* 134:119–125.
- [84] Teunis, P., Van den Brandhof, W., Nauta, M., Wagenaar, J., Van den Kerkhof, H., Van Pelt, W. 2005. A reconsideration of the *Campylobacter* dose-response relation. *Epidemiol. Infect.* 133(4):583-592.
- [85] Vellinga, A., van Loock, F. (2002): The dioxin crisis as experiment to determine poultry-related *Campylobacter* enteritis. *Emerg. Infect. Dis.* 8:19-22.
- [86] Wadl, M., Pözlner, T., Flekna, G., Thompson, L., Slaghuis, J., Köfer, J., Hein, I., Wagner, M. (2009): Easy-to-use rapid test for direct detection of *Campylobacter* spp. in chicken feces. *J. Food Prot.* 72:2483-2488.
- [87] Wegener, H.C. (2010): Danish initiatives to improve the safety of meat products. *Meat Sci.* 84:276-283.
- [88] Wieland, B., Regula, G., Danuser, J., Wittwer, M., Burnens, A., Wassenaar, T.M., Stärk, K.D. (2005): *Campylobacter* spp. in dogs and cats in Switzerland: risk factor analysis and molecular characterization with AFLP. *J. Vet. Med. B. Infect. Dis. Vet. Public Health* 52(4):183-189.
- [89] Wirz, S.E., Overesch, G., Kuhnert, P., Korczak, B.M. (2010): Genotype and antibiotic resistance analyses of *Campylobacter* isolates from ceca and carcasses of slaughtered broiler flocks. *Appl Environ Microbiol* 76:6377–6386.
- [90] Yang S., Angulo F.J., Altekruze S.F. (2000): Evaluation of safe food-handling instructions on raw meat and poultry products. *J. Food Prot.* 63(10):1321-1325.