

**L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST INTERDIT.****L'annexe II bis est à rendre agrafée avec la copie d'examen****I. Étude des toxi-infections alimentaires en France en 2001.**

## 1.1 Définir une TIAC.

En utilisant l'annexe 1 (extrait du Bulletin Épidémiologique hebdomadaire n° 50 du 10 décembre 2002) et vos connaissances :

1.2 Analyser l'évolution du nombre de TIAC toutes étiologies confondues en France entre 1987 et 2001.  
Expliquer cette évolution.1.3 Représenter sous forme d'histogramme la répartition du nombre de foyers déclarés aux DDASS ou DDSV selon l'agent étiologique confirmé et connu. (Pour les Salmonelles ne pas représenter les différents sérotypes.)  
Interpréter ce graphique.

## 1.4 Identifier (en le justifiant) le type d'aliments le plus fréquemment mis en cause en cas de Salmonellose.

1.5 Différencier les facteurs contribuant à la contamination et à la multiplication des salmonelles et y associer des mesures correctives.  
Présenter la réponse sous forme de tableau.**II. Pour maîtriser les risques sanitaires, de nombreux professionnels utilisent des ovoproduits. A partir du diagramme de production des ovoproduits présenté en annexe II et de vos connaissances :**

## 2.1 Définir un ovoproduit.

## 2.2 Justifier l'étape de lavage et désinfection des oeufs souillés.

## 2.3 Justifier le traitement thermique appliqué au cours de la production des ovoproduits.

2.4 L'utilisation d'ovoproduits nécessite une maîtrise des règles d'hygiène : associer aux points critiques dans le tableau proposé en **annexe II bis** les moyens de maîtrise à mettre en oeuvre ( *annexe II bis, à rendre avec la copie* ).**III Utilisation des propriétés physico-chimiques de l'oeuf ; technologie des mousses au chocolat industrielles.**

## 3.1 Présenter les propriétés fonctionnelles des protéines et des lipides de l'oeuf

## 3.2 Dans l'article de Nadège Clapham paru dans la revue Process (mars 2003) situé en annexe 111, il est présenté de nouvelles technologies permettant d'agir sur les qualités fonctionnelles de l'oeuf Présenter au moins 3 technologies et leurs incidences sur ces qualités.

**IV. Étude du « biofilm » dans les entreprises agroalimentaires à partir de l'annexe IV.**

## 4.1 Présenter les étapes de la formation d'un biofilm.

4.2 Pour lutter contre le biofilm, deux nouvelles méthodes sont expérimentées : présenter leur principe, leur mode d'action et les domaines d'utilisation.  
Rédiger votre réponse sous forme de tableau.**BAREME**

*Il sera tenu compte de la rigueur du vocabulaire et de la clarté de l'expression écrite.*

**Question 1 : 7 points**

**Question 3 : 3 points**

**Question 2 : 5 points**

**Question 4 : 5 points**

## ANNEXE 1 (1/3)

BULLETIN ÉPIDÉMIOLOGIQUE HEBDOMADAIRE N°050/2002 (extrait)

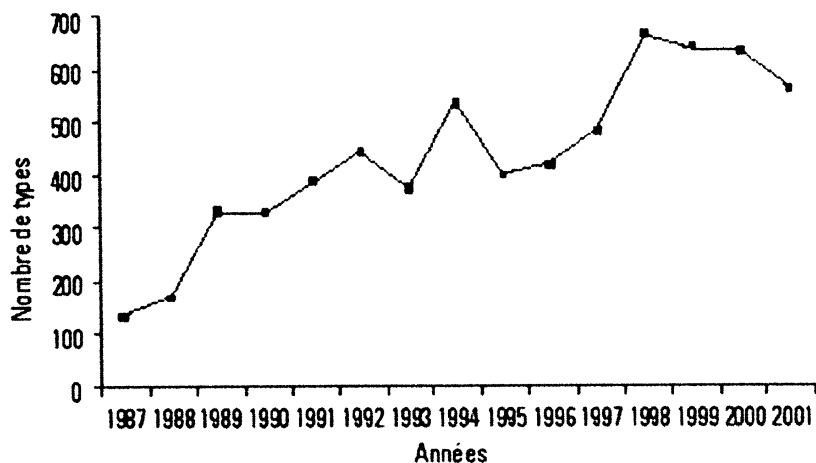
### Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 2001

S. Haeghebaert<sup>1</sup>, F. Le Querrec<sup>2</sup>, P. Bouvet<sup>3</sup>, A. Gally<sup>1</sup>, E. Esplé<sup>1</sup>, V. Vaillant<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Institut de veille sanitaire, <sup>2</sup> Direction générale de l'alimentation, <sup>3</sup> Centre national de référence des Salmonella et Shigella

Figure 1

Evolution du nombre de TIAC, toutes étiologies confondues, déclarées en France de 1987 à 2001



## ANNEXE 1 (2/3)

Tableau 1

Nombre de foyers et de cas selon l'agent étiologique confirmé ou suspecté. TIAC et foyers de salmonellose et de shigellose déclarés au CNRSS en France en 2001

Agent causal	Foyers déclarés aux Ddass ou DDSV								Foyers de salmonellose et de shigellose signalés au CNRSS	
	Foyers		Cas		Hospitalisés		Décédés		Foyers	
Agents confirmés	N	% †§	N	% †§	N	%	N	%	N	% §
<b>Salmonella</b>	174	64	1 726	57,7	272	15,8	3	0,2	392	86,9
dont :										
Enteritidis	90	51,7	993	57,5	149	15	2	0,2	215	54,8
Typhimurium	30	17,2	308	17,8	80	26	-	-	94	24
Hadar	1	0,6	2	0,1	2	100	-	-	19	4,8
Autres sérotypes *	15	8,6	131	7,6	9	6,9	1	0,8	58	14,8
Sérotypes indéterminés	38	21,8	292	16,9	32	10,9	-	-	6	1,5
<i>Clostridium perfringens</i>	8	2,9	208	6,9	1	0,5	-	-		
<i>Staphylococcus aureus</i>	43	15,8	620	20,7	131	22,3	-	-		
<i>Bacillus cereus</i>	8	2,9	139	4,6	9	6,5	-	-		
Histamine	8	2,9	22	0,7	2	9,1	-	-		
<i>Shigella</i>	3	1,1	8	0,3	2	25			59	13,1
Autres pathogènes †	28	10,3	270	9	20	7,4	-	-		
<b>Total agents confirmés</b>	<b>272</b>	<b>48,6</b>	<b>2 993</b>	<b>44,4</b>	<b>437</b>	<b>14,6</b>	<b>3</b>	<b>0,1</b>		
<b>Total agents suspectés</b>	<b>189</b>	<b>33,8</b>	<b>2 647</b>	<b>39,3</b>	<b>177</b>	<b>6,7</b>	<b>0</b>	<b>-</b>		
<b>Total agents inconnus</b>	<b>98</b>	<b>17,5</b>	<b>1 102</b>	<b>16,3</b>	<b>65</b>	<b>5,8</b>	<b>0</b>	<b>-</b>		
<b>Total TIAC</b>	<b>559</b>	<b>100</b>	<b>6 742</b>	<b>100</b>	<b>679</b>	<b>10,1</b>	<b>3</b>	<b>0,04</b>	<b>451</b>	

† Pour les différents agents : % par rapport au total des agents déterminés

‡ Pour les sérotypes des salmonelles : % par rapport au total des salmonelles

\* DO TIAC : Anatum (1), Arizonae (2), Brandenburg (1), Breckeney (1), Dublin (1), Mbandaka (1), Newport (7), Virchow (5)

† *Campylobacter* (8 foyers = 121 cas), *botulisme* (4 foyers = 16 cas), *dinophysis* (1 foyer = 2 cas), *distomatose* (1 foyer = 3 cas), *Shigella* (3 foyers = 8 cas), *calicivirus* (1 foyer = 19 cas), *toxoplasmose* (1 foyer = 5 cas), *Vibrio parahaemolyticus* (11 foyers = 100 cas), *Yersinia* (1 foyer = 4 cas)

## ANNEXE 1 (3/3)

### Facteurs ayant contribué à la survenue de la TIAC

Au moins un facteur ayant contribué à la survenue de la TIAC a été identifié dans 43 % (241/559) des foyers déclarés (tableau 3).

Tableau 3

Facteurs ayant contribué à l'incident (foyers où au moins un facteur a été identifié). TIAC déclarées en France en 2001 (N=241)

Facteurs	%*
Matières premières contaminées	50
Contamination par l'environnement	55
- personnel	2
- équipement	59
Erreur dans le processus de préparation	46
Délai important entre préparation et consommation	35
Non-respect des températures réglementaires	49
- chaîne du chaud	19
- chaîne du froid	43

\* Total > 100 %, plusieurs facteurs possibles pour une seule TIAC

Tableau 2

Agents identifiés ou suspectés et aliments responsables ou suspectés, TIAC déclarées en France en 2001

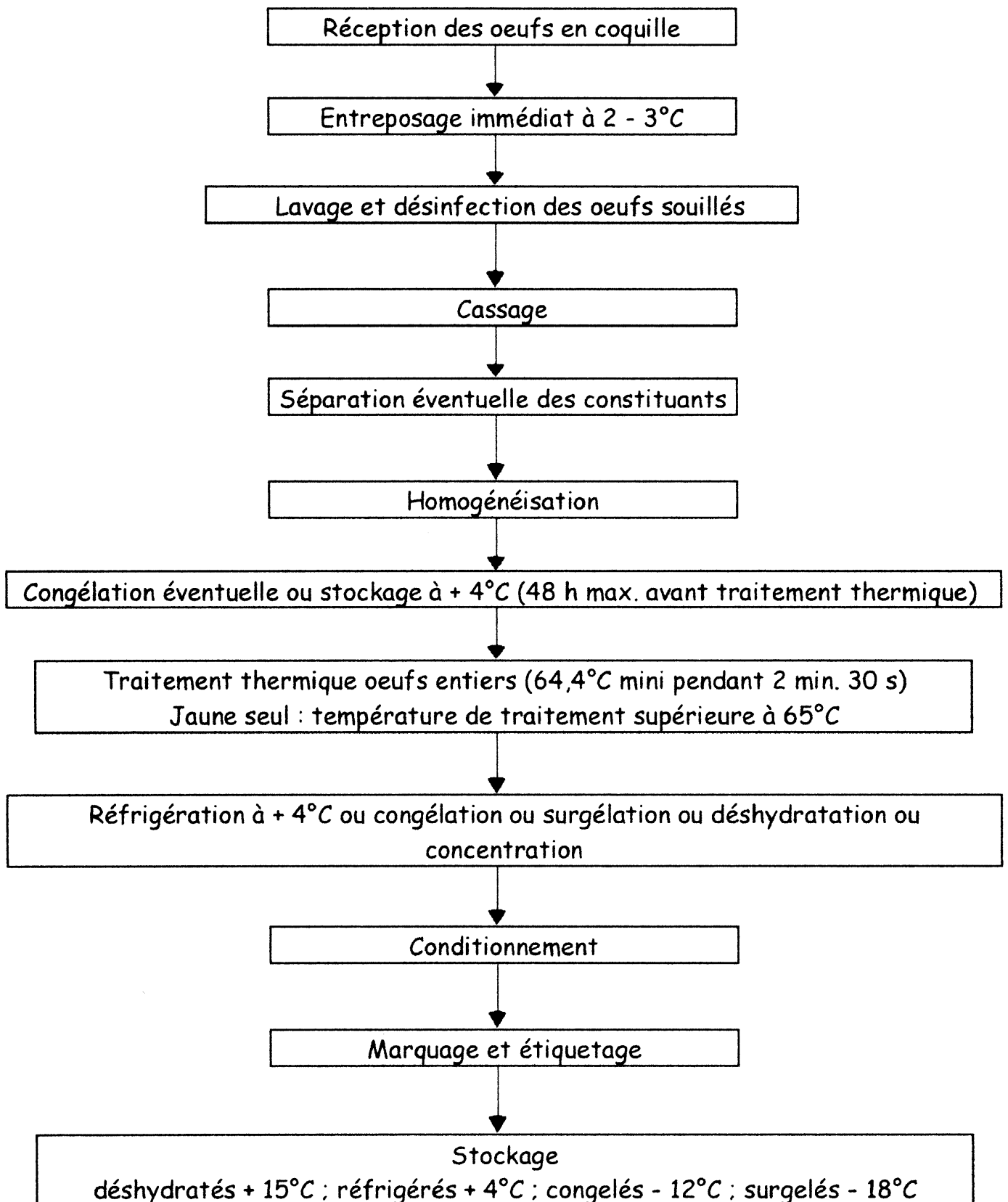
Aliments	<i>Salmonella</i>				<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	Autres agents	Agents indéterminés	Total
	Enteritidis	Typhimurium	Autres sérotypes	Sérotipe inconnu					
Laits et produits laitiers	1	5	7	1	0	17	7	3	41
Oeufs et préparations à base d'œufs*	61	17	4	25	0	5	2	5	119
Viandes	0	2	0	3	11	12	6	3	37
Produits de charcuterie	10	2	1	2	4	12	4	3	38
Volailles	1	0	3	7	6	2	4	4	27
Poissons et crustacés	0	0	0	3	1	3	24	3	34
Coquillages	2	0	0	1	0	0	21	0	24
Autres aliments †	2	0	0	1	13	28	17	10	71
Eau de boisson	0	0	0	0	0	1	1	5	7
Aliments non retrouvés	13	4	0	11	12	30	29	62	161
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>54</b>	<b>47</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>98</b>	<b>559</b>

\* produits à base d'œufs : mousse au chocolat, pâtisseries, mayonnaise, etc.

† Aliments d'origine non animale ou mixte

## ANNEXE II

### OVOPRODUITS



**ANNEXE II bis**

**EXEMPLAIRE POUVANT SERVIR DE BROUILLON**

<b>Points critiques</b>		<b>Moyens de maîtrise</b>
<b>CONTAMINATION</b> Après ouverture des conditionnements les ovoproduits peuvent être contaminés par:	Milieu	
	Matériel	
	Main d'oeuvre	
	Méthode	
	Matières premières	
<b>MULTIPLICATION</b> Les ovoproduits liquides constituent un milieu nutritif très favorable au développement microbien	Températures de stockage	
	Durées de stockage	
	Décongélation	
	Conservation des excédents	
	Utilisation ultérieure	

**ANNEXE II bis****A COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE**

Points critiques		Moyens de maîtrise
CONTAMINATION Après ouverture des conditionnements les ovoproduits peuvent être contaminés par:	Milieu	
	Matériel	
	Main d'oeuvre	
	Méthode	
	Matières premières	
MULTIPLICATION Les ovoproduits liquides constituent un milieu nutritif très favorable au développement microbien	Températures de stockage	
	Durées de stockage	
	Décongélation	
	Conservation des excédents	
	Utilisation ultérieure	

## **ANNEXE III**

Nadège Clapham

PROCESS Mars 2003

Que ce soit au niveau fonctionnel ou nutritionnel, l'oeuf possède bien plus d'un tour dans sa coquille. Pourtant, la valorisation de ses propriétés en est encore à ses débuts

L'oeuf... il y a vraiment de quoi en faire tout un plat ! Car sous sa coquille se cache un cocktail « magique » de protéines, lipides, lipoprotéines, etc., responsables de ses propriétés moussantes, émulsifiantes, ou encore cristallisantes, que la recherche et l'industrie n'ont pas encore entièrement exploitées, ou du moins optimisées. Et si, bien avant l'ère de la diététique, l'homme a compris qu'il renferme des molécules à haut pouvoir nutritionnel, ces dernières, à quelques exceptions près, restent des « phénomènes » de laboratoire.

### **DIVERSIFIER ET CIBLER**

« *D'un point de vue purement technologique, l'oeuf se caractérise par sa polyfonctionnalité et, bien souvent, s'avère meilleur face à ses concurrents et substituts. Mais la filière ovoproduits doit se défendre en diversifiant son offre et en ciblant davantage les applications* », analyse Françoise Nau, maître de conférence à l'Ensar (Ecole nationale supérieure agronomique de Rennes). Une démarche qui passe par une identification fine des facteurs à la fois externes et intrinsèques responsables des diverses propriétés de l'oeuf. Au sein du laboratoire de physico-chimie et de technologie des ovoproduits, elle supervise ainsi une thèse qui vise à déterminer quelles opérations unitaires dénaturent le plus les protéines du blanc. Ce travail, mené en collaboration avec un groupe d'industriels du Pôle agronomique Ouest (association interrégionale soutenant des projets d'intérêt économique et technologique pour la Bretagne et les Pays de la Loire) permettra notamment de limiter la perte des propriétés moussantes.

L'Adrianor s'est attaquée à la même problématique et semble avoir trouvé une solution via les ultrasons de puissance : selon les premiers essais, ils conduisent à l'obtention de mousses plus légères et plus fermes, permettant de rendre les meringues plus craquantes, ainsi que d'aérer la texture des boudoirs et de certaines préparations glacées. « *Cette technologie, installée directement chez l'industriel, présente cependant une limite : stocker le blanc traité nuit en effet à son homogénéisation* », reconnaît Christine Chené, responsable du projet.

De récentes publications japonaises décrivent quant à elles un nouveau procédé d'étuvage du blanc avec une poudre de polysaccharides (gomme de guar) : il se produit des réactions de Maillard, qui génèrent la formation d'une gamme de complexes glycoprotéinés, dotés de propriétés émulsifiantes supérieures aux poudres classiques. Le fournisseur d'ovoproduits Belovo a lui aussi planché sur le sujet du blanc, en mettant au point un procédé d'instantanéisation. Le produit obtenu ne colporte pas de poussière durant les opérations de transfert et se dissout plus facilement. « *Selon que le lysozyme est préalablement extrait ou pas, on favorise les propriétés foisonnantes ou gélifiantes* », explique Thomas Ericum, directeur général de Belovo France.

### **EXTRAIRE ET VALORISER**

Côté progrès, le jaune n'est pas en reste. Marc Anton, ingénieur de recherche au Leima à Nantes (Laboratoire d'étude des interactions des molécules alimentaires), étudie ses propriétés émulsifiantes en isolant chacun des constituants, de manière à formuler des ovoproduits plus performants. Mais comme dans le cas du blanc, la technologie du fractionnement impose des coûts de revient encore trop élevés pour une filière qui commence à peine à vendre des produits à forte valeur ajoutée. Autres pistes explorées par M. Anton et son équipe : l'impact des modes de traitement (congélation, lyophilisation, atomisation, hautes pressions ... ) sur les fonctionnalités du jaune ; ou encore, depuis plusieurs mois, le mécanisme d'adsorption des lipoprotéines au niveau des interfaces, « *un projet encore au stade fondamental, mais dont les résultats serviront certainement aux industriels* », affirme M. Anton.

Les fournisseurs d'ovoproduits, eux, semblent se focaliser sur deux axes d'amélioration des ingrédients à base de jaunes et d'oeufs entiers. Le premier concerne l'allongement de leur durée de vie, et ce avec des formulations les plus « naturelles » possible. « *Nous travaillons beaucoup avec le sel et le sucre*, témoigne Valérie Leclercq, responsable qualité et développement chez Ovonor (groupe Eurovo). *ils protègent les protéines de l'oeuf, ce qui autorise une plus haute température de pasteurisation* ». Citons également le jaune sucré (50 %) et l'oeuf entier concentré sucré (50 %) d'Ovipac, ou la gamme liquide salée ou sucrée Jaunovo, à base d'oeufs extra frais, de la société Blanchard : grâce à des procédés de pasteurisation spécifiques, ils se conservent six mois à température ambiante. « *Pour un industriel situé dans une région difficile d'accès, nous avons élaboré un mélange d'oeufs liquides destiné à la confection de mayonnaise*, raconte Vincent Jacob, responsable commercial. *Il se conserve un an à température ambiante, sans perdre ses capacités d'émulsion.* »

L'autre voie de progrès concerne la stabilité à la température des ovoproduits issus du jaune

Igreca propose une poudre thermostable pour les applications sauces ou, lorsqu'elle est co-séchée sur du sel et des maltodextrines, pour les mayonnaises. La poudre commercialisée par Belovo permet quant à elle de réaliser des émulsions stables qui résistent à la stérilisation ; le procédé employé, enzymatique ou physico-chimique, n'hydrolyse pas la totalité des phospholipides, d'où une gélification partielle et l'absence de séparation de phase.

## LA NUTRITION, SUJET EN DEVENIR

Passons maintenant à la valorisation nutritionnelle de l'oeuf, une thématique assez nouvelle, y compris dans les laboratoires. « *Nous devons aller au-delà des connaissances actuelles et fixer des objectifs plus clairs*, commente F. Nau. *On ne connaît pas encore toutes les protéines du blanc et le préalable consiste en leur recensement exhaustif* ». M. Antan recherche pour sa part des partenaires industriels afin de financer ses travaux sur le jaune : ils abordent en particulier les propriétés antioxydantes de la phosvitine (Comment fixe-t-elle le fer ? Quelles sont les conditions de résistance dans l'intestin ? Comment l'incorporer dans les aliments ?) et sa capacité à fixer le calcium (Comment faciliter le relargage du calcium après ingestion ? Comment supplémenter les personnes souffrant d'ostéoporose ?).

En terme d'applications, les fabricants d'ovoproduits développent encore « à la demande », et rares sont ceux qui mettent en avant un savoir-faire spécifique. Citons Igreca, spécialisé dans la fourniture de jaunes d'oeufs présentant des profils d'acides gras particuliers. Bien sûr, on ne présente plus Belovo et son neuf Colombus, source d'oméga 3 et, plus récemment, de vitamine E qui protège les acides gras de l'oxydation. Ils préfigurent l'arrivée prochaine d'une nouvelle génération d'ovoproduits, annoncée par Jean-Marie Bourre, nutritionniste et président du Conseil scientifique du CNPO (Comité national de promotion des ovoproduits) : celle des « *designers eggs* », des ceufs naturellement riches en de multiples substances. Bref, la boîte de Pandore n'a fait que s'entrouvrir...

PROCESS Mars 2003 n° 1191 **Nadège Claphan**

## ANNEXE IV

### LES BIOFILMS

**Le nettoyage ne permet pas d'éliminer les bactéries contenues dans les biofilms ? La solution, inhiber la formation de ces films.  
Deux nouvelles méthodes s'offrent aux industriels de l'agroalimentaire.**

Ils se développent partout, résistent aux désinfectants, présentent une grande capacité d'adaptation et peuvent contenir des bactéries pathogènes susceptibles d'agir à tout moment. Ce sont les biofilms, des communautés bactériennes contenues dans une matrice et capables d'adhérer aux surfaces.

Toutes les industries les connaissent et les craignent, particulièrement les industries agroalimentaires. En effet, de nombreux micro-organismes d'altération ou pathogènes, comme *Listeria monocytogènes*, sont capables de former ou de s'intégrer dans des biofilms. Or, sous cette forme, ces bactéries sont souvent plus résistantes et donc plus nuisibles. Les procédures de nettoyage et de désinfection classiques s'avérant, dans certains cas, inefficaces pour éliminer les biofilms, des méthodes pour prévenir leur formation ou leur extension se développent. L'idée est d'agir dès la première étape de la formation du biofilm, lors de l'adhésion des bactéries au support.

#### **Modifier les propriétés de surface**

L'une des approches consiste à appliquer, sur les surfaces des matériaux, des biosurfactants -molécules tensioactives produites par de nombreux microorganismes.

« Récemment, plusieurs études ont montré la capacité de ces tensioactifs à limiter l'adhésion de germes pathogènes aux surfaces inertes », souligne Thierry Meylheuc de l'unité de recherche en bioadhésion et hygiène des matériaux (UBHM) de Inra de Massy (Essonne). Ces molécules réduisent en effet la tension de surface de l'eau dont dépend l'adhésion des bactéries.

Mais pourquoi donc utiliser des tensioactifs biologiques quand ceux produits chimiquement se révèlent souvent moins chers ? « Pour de nombreuses raisons : leur très grande diversité, l'absence de toxicité pour l'environnement et la persistance de leur activité tensioactive dans une large gamme de pH et de températures, souligne Thierry Meylheuc. Par ailleurs, certains biosurfactants peuvent présenter des activités antibiotiques intéressantes. »

Depuis 1995, l'UBHM travaille à l'identification de souches bactériennes productrices de biosurfactants. En plus des propriétés tensioactives, la capacité des molécules à s'adsorber aux surfaces est cruciale. Les chercheurs ont notamment sélectionné des souches lactiques. « Le but est d'utiliser des bactéries qui entrent déjà dans la composition des aliments pour faciliter par la suite les questions d'homologation », souligne Jean-Marie Herry, chercheur à l'UBHM. Des essais probants, notamment sur l'adhésion de *Listeria monocytogènes* ou de *Bradyrhizobium japonicum*, ont été réalisés sur des surfaces allant du verre à l'acier inoxydable. L'effet inhibiteur du conditionnement persiste même sous l'influence de la circulation d'un flux. « Potentiellement, il est possible d'appliquer



ce conditionnement sur n'importe quelle surface, du simple couteau a un équipement plus complexe », souligne Jean-Marie Herr. Cependant, pour des questions de coût, quand il s'agit de grandes surfaces comme les murs d'un bâtiment, cette solution n'est plus adaptée.

### Récréer un écosystème

Dans ce cas, une deuxième approche pourrait prendre la relève - celle des biofilms positifs. La méthode consiste à « favoriser le développement de flores barrières inoffensives, pour limiter à la fois l'adhésion microbienne et la multiplication des cellules adhérentes résiduelles », explique Romain Briandet de l'Inra de Massy. En fait, il s'agit tout simplement de recréer un écosystème microbien naturel. L'effet barrière du biofilm positif est conféré par les phénomènes de compétition nutritionnelle voire par la synthèse de molécules inhibitrices.

La société Cobotex fut l'une des pionnières dans ce domaine. Suite à un travail important de sélection parmi des milliers de souches, elle a déposé un brevet portant sur l'association de cinq lactobacilles et de quatre bacilles complémentaires, totalement inoffensifs, réunissant tous les critères requis, à savoir pouvoir s'implanter dans le milieu, former un biofilm, détruire les flores pathogènes etc. « Aujourd'hui, 20 % de la production d'oeufs en France, conditionnement compris, a lieu dans des bâtiments traités par biofilms positifs », indique Jean Penaud, de Cobotex. Dans ces établissements, la quantité d'antibiotiques utilisée a pu être grandement diminuée. Par ailleurs, au début de l'année, la première application en aquaculture en milieu fermé a été réalisée en Allemagne. Là aussi, les gains sanitaires sont impressionnants puisque la mortalité des poissons a chuté alors que leur vitesse de croissance s'est accrue.

Dans la pratique, juste après la désinfection des locaux, le concentré bactérien est pulvérisé sur les surfaces à traiter. Le biofilm se développe et agit tranquillement jusqu'au prochain cycle de désinfection, en général un an plus tard. Aujourd'hui, Cobotex souhaiterait développer cette approche pour les usines de découpe de viande, notamment pour les bandes transporteuses ou les étals de découpe. Des tests sont actuellement en cours.

Pour Romain Briandet, « en dehors de l'élevage, ce genre d'approche est surtout adapté aux usines de production de produits fermentés comme les fromages et la charcuterie ». En ce qui concerne la composition du biofilm positif, « nous nous orientons souvent vers les ferments utilisés dans le process, comme les bactéries lactiques qui ne posent aucun problème pour le produit fini, et présentent souvent une action intéressante vis-à-vis des pathogènes », ajoute le chercheur.

Qu'il s'agisse de biosurfactants ou de biofilms positifs, l'idée, on l'aura compris, est de limiter l'adhésion. Cependant, tout le monde en est conscient, il serait utopique de vouloir l'empêcher totalement. Comme le souligne Jean-Marie Herry, retarder la contamination, ne serait-ce que de quelques heures, aura déjà un impact important sur la productivité. Pour l'heure, les acteurs de la filière cherchent des partenaires industriels pour valider leurs approches.

Stéphanie Cohen

Industrie et technologies n° 849 juin 2003

## L'ENNEMI, LE BIOFILM

**1 Adhésion**

● L'organisation d'un biofilm confère aux bactéries une résistance accrue aux stress et notamment aux désinfectants. La formation d'un biofilm débute par l'adhésion sur un support de bactéries isolées transportées par un fluide (1). Celles-ci produisent des molécules qui vont à la fois consolider

**2 Développement**

l'adhésion et conférer une protection vis-à-vis de l'environnement (2). La multiplication des cellules et l'adhésion de nouvelles bactéries conduisent à la formation d'une communauté bactérienne structurée difficile à éliminer, dont certaines cellules peuvent se libérer pour contaminer d'autres surfaces (3).

**3 Érosion**

SOURCE : Industrie et Technologies

Industrie et Technologies - n° 849 - juin 2003