



*Dijon, le 18 Novembre 2011*

**Diagnostic Welience**  
**Rapport d'expertise :**  
**Poterie d'art à usage alimentaire :**  
**Problématique de la libération de baryum et de zinc**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J.L. Beltramo', is centered on the page.

**Dr. J. L. Beltramo**

# INTRODUCTION

Alain Fichot est un Artisan Potier Céramiste installé à Anost, un petit village au cœur du Parc du Morvan. Monsieur Fichot, scientifique de formation, travaille la porcelaine depuis plus d'une décennie et réalise en expert des pièces à émaux cristallisants avec la technique de la glaçure.

## I) CONTEXTE TECHNOLOGIQUE ET ÉCONOMIQUE

### 1) Origine de la problématique

Des poteries d'art destinées à un usage alimentaire, pour lesquelles l'aspect décoratif et artistique est lié à un apport d'oxydes métalliques, posent le souci de la libération de métaux dans les liquides contenus dans ces récipients.

### 2) Nature précise du diagnostic technologique sollicité

Des poteries émaillées en forme de bols peuvent-elles constituer, dans le cas d'une utilisation alimentaire (utilisation qui peut être journalière pour le petit déjeuner, le thé ou la tisane), un danger pour le consommateur notamment par la libération par le récipient d'éléments métalliques comme le baryum ou le zinc.

### 3) Etat de l'art

Un certain nombre de textes régissent les obligations des matériaux destinés dans leur utilisation au contact alimentaire, en particulier un règlement européen :

#### **RÈGLEMENT (CE) N° 1935/2004 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 27 octobre 2004 concernant les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires.**

Ce règlement a pour principe de base que tous les matériaux et objets destinés à entrer en contact, directement ou indirectement, avec des denrées alimentaires doivent être suffisamment inertes pour ne pas céder à ces denrées des constituants en une quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine, d'entraîner une modification inacceptable de la composition des aliments ou d'altérer leurs caractères organoleptiques.

Pour l'application de ce principe d'inertie aux différents types de matériaux, des textes d'application doivent définir les règles (composition, critères de pureté, etc.) assurant l'aptitude au contact alimentaire de chaque catégorie de matériaux. Un certain nombre de directives spécifiques ont ainsi été adoptées, notamment dans le domaine des céramiques. Toutefois, un certain nombre de matériaux ne font pas encore l'objet d'une réglementation spécifique, que ce soit au niveau de l'Union européenne ou au niveau national, ou sont réglementés de manière incomplète.

Pour pallier ces difficultés, la DGCCRF a réuni les laboratoires compétents dans le domaine des matériaux au contact, les représentants des industries des matériaux et transformateurs et des industries agroalimentaires, au sein d'un groupe de travail intitulé "groupe de réflexion sur la réglementation et les modalités de contrôle de l'inertie des matériaux pour contact

alimentaire". Dans le cadre de ce groupe, des fiches sont élaborées pour les différents types de matériaux afin de préciser les modalités privilégiées de vérification de leur aptitude au contact alimentaire, dans le cadre d'une réglementation spécifique ou en l'absence de texte réglementaire.

Cette fiche est à destination des laboratoires travaillant dans l'analyse des matériaux au contact, des industries de fabrication et de production des matériaux et objets pour contact alimentaire, des industries agroalimentaires et des services officiels de contrôles.

Il existe ainsi une fiche intitulée :

## VERRE – CRISTAL – CERAMIQUE – VITROCERAMIQUE OBJETS EMAILLES

Cependant, cette fiche s'appuie sur les textes réglementaires existant comme **l'Arrêté du 07/11/85 (Directive 84-500 du 15/10/84)** : limitation des quantités de plomb et de cadmium extractibles des objets en céramique, ou encore **l'Avis du 13/02/96 (B.O.C.C.R.F.)** : cession du chrome VI des matériaux au contact des denrées alimentaires. Ainsi, les seuls éléments dont on se préoccupe quant à leur libération sont le plomb, le cadmium et le chrome VI.

Cette même fiche précise que l'on entend par **objets émaillés**, des objets ayant un revêtement fondu en une ou plusieurs couches résultant de la fusion ou du frittage de constituants non organiques. Ainsi dans le cas de récipients émaillés destinés à recevoir des aliments, le revêtement est constitué d'éléments métalliques qui vont du baryum au titane, en passant par le zinc et le strontium. Tous ces éléments sont, comme le plomb ou le cadmium, des contaminants potentiellement toxiques pour la santé humaine en fonction de la dose ingérée.

Monsieur Fichot qui allie la céramique d'art et un usage alimentaire, tout en connaissant les matériaux utilisés, se soucie de l'inertie de ces poteries en utilisation courante.

#### 4) Etat du marché

La Bourgogne est une terre riche en métiers d'art, qui constituent un pan important de l'économie bourguignonne. Un salon régional est consacré aux métiers d'art. De tradition, la Bourgogne est une terre féconde pour les potiers, avec notamment ses argiles aux propriétés réfractaires. La céramique et la poterie en général sont bien représentées, avec plus de 70 artisans potiers. Il existe une association : Poterie en Bourgogne et au niveau des formations, un Diplôme des métiers d'Art (DMA) : Céramique artisanal.

## II) PRÉCONISATIONS - PLANS D' ACTIONS

### 1) Formalisation du besoin de l'entreprise – préparation du cahier des charges

- Estimer sur un panel représentatif de la production de céramiques destinées à un usage alimentaire quels sont les niveaux de libération du zinc et du baryum
  - o Utilisation d'un protocole expérimental adapté
- Analyser les taux libérés et les placer dans un contexte d'une utilisation alimentaire de la vaisselle
- Estimer si il existe un danger potentiel pour le consommateur en comparaison avec l'apport journalier recommandé ou maximum pour ces éléments.
- Quelles mesures il faut envisager pour pouvoir vendre les céramiques comme vaisselle alimentaire.
  - o Contrôles de libération de zinc et de baryum à réaliser
  - o Protocole de « nettoyage » de la vaisselle avant sa mise sur le marché

### 2) Objectifs et moyens

#### a) Moyens et compétences à mettre en œuvre par l'entreprise face à ces difficultés

##### *i. Moyens internes*

- Pas de moyens d'investigation disponibles au niveau de l'entreprise

##### *ii. Moyens externes*

- Nécessité d'un appui scientifique et technologique pour répondre au cahier des charges

## **Estimation de l'importance de la libération du Zinc et du Baryum sur un échantillonnage de bols en céramique**

Le baryum et le zinc sont des éléments utilisés en céramique notamment pour réaliser des glaçures cristallines. Les glaçures ont pour but de durcir et imperméabiliser les céramiques. Lorsqu'elles sont cristallines, il est possible de créer des effets décoratifs colorés à l'aide d'oxydes métalliques. Ces oxydes métalliques sont utilisés le plus souvent sous forme de frites, c'est-à-dire de produits vitrifiés, afin de les rendre inertes et éviter ainsi les effets indésirables, tel que le bullage. Un programme de température est nécessaire à la formation des germes et à la croissance des cristaux. Les couleurs et textures des émaux dépendent également de l'atmosphère dans laquelle ils se sont formés : oxydante ou réductrice. Avec l'utilisation de ces oxydes métalliques, notamment le baryum et le zinc.

Le zinc, élément essentiel, est un des métaux les moins toxiques et les problèmes de carence sont plus fréquents et plus graves que ceux de toxicité. Les risques tératogènes, mutagènes et cancérogènes sont pratiquement nuls aux doses utilisées chez l'homme. Si les signes digestifs aigus n'apparaissent qu'à dose élevée, une anémie sévère par interaction avec le cuivre peut par contre survenir avec des doses peu supérieures aux apports recommandés. Ainsi, en France, la dose limite de sécurité en consommation alimentaire est fixée à 15 mg/j, pour un apport journalier recommandé de 10 mg. Il est à noter que la 1<sup>ère</sup> dose toxique est de 25 mg par jour soit environ 1,7 fois la dose maximum. L'alimentation représente 99% de l'apport journalier en zinc.

Le baryum n'est pas considéré comme essentiel dans la nutrition humaine. Après absorption par le tractus gastro-intestinal, il est rapidement distribué dans le sang et les os ainsi qu'en quantité plus faible dans la peau, les poumons et les graisses. Le corps humain contient environ 20 mg de baryum. Le baryum est majoritairement excrété dans les matières fécales.

L'apport quotidien moyen de Baryum provenant de l'eau, des aliments et de l'air est estimé à 1 mg/jour.

Le baryum est toxique sous sa forme de sels solubles. En fonction de la dose et de la solubilité des sels de baryum, la mort peut survenir très rapidement (quelques heures) ou plus lentement (quelques jours). La dose létale se situe aux environs de 3 g. Dans des populations consommant une eau riche en baryum (> 2 mg/l), il a été signalé une augmentation de la mortalité due aux maladies cardio-vasculaires.

La concentration maximale admissible dans les eaux destinées à la consommation humaine est de 100 µg/l.

## 1) Protocole opératoire préconisé

En l'absence de normes spécifiques pour ces deux éléments, il est possible d'utiliser la norme **ISO 6486-1 : Vaisselle en céramique, vaisselle en vitrocéramique et vaisselle de table en verre en contact avec les aliments – Emission de plomb et de cadmium Partie 1 : Méthode d'essai**

Le principe de cette norme est le suivant :

- les surfaces de la vaisselle en céramique sont mises en contact avec une solution d'acide acétique à 4 % (v/v) pendant 24 h à  $(22 \pm 2)$  °C pour extraire le plomb et/ou le cadmium, s'ils sont présents, de la surface des articles.
- les proportions de plomb et de cadmium extraits sont déterminées par la technique de spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme (SAAF). D'autres méthodes d'analyse équivalentes peuvent être utilisées pour les essais de routine.

Sans aucune idée sur la cinétique de libération du baryum et du zinc il ne suffit pas de réaliser une seule mesure à l'issue de 24 h de mise en contact du liquide avec le récipient, mais il faut tester plusieurs temps de mise en contact, par exemple : 1h, 2h, 5h, 9h, 24h, 72h et 168h afin de pouvoir établir une cinétique de libération de ces éléments, qui ne présentent pas forcément le même comportement que le plomb et le cadmium.

Pour les dosages de Baryum la méthode de choix est l'absorption atomique en four graphite avec correction des absorptions non spécifiques par effet Zeeman.

Pour les dosages de Zinc c'est la méthode d'absorption atomique en flamme.

## 2) Echantillonnage

Un panel de 16 bols représentatif des différents types de glaçures utilisées par Monsieur Fichot a permis d'estimer la libération du baryum et du zinc

## 3) Baryum et zinc libérés selon la nature de la glaçure

Les bols 1 à 4 ont la même composition théorique pour la glaçure, aux oxydes métalliques colorants près. Tous les autres bols, soit 5 à 9, ont des compositions qui varient (annexe 1). Les bols 3 et 8 ont été cuits en atmosphère réductrice contrairement aux autres qui ont été cuits en atmosphère oxydante. Les bols A et B sont les mêmes, seuls les bols 6 et 9 ne sont qu'en un seul exemplaire.

Les bols ont des contenances différentes, le volume de chaque bol doit être déterminé (annexe 2). Ainsi, à partir des concentrations en éléments dans le liquide et des volumes des bols, il est possible de calculer les quantités de Baryum et Zinc libérées par bol

Les tableaux et les courbes cinétiques ci-dessous présentent les quantités de baryum et de zinc libérées par les différents bols.

Quantité en mg de Zn dans le bol								
TEMPS (h)	1A	2A	3A	4A	5A	6	7A	8A
1	1,1	0,1	1,0	1,1	1,5	3,8	0,2	0,4
2	3,5	4,7	2,4	3,6	8,5	4,5	1,0	1,6
5	2,1	1,5	2,2	1,3	1,0	2,0	0,3	2,0
9	20,3	14,7	15,2	22,6	2,8	15,5	7,1	29,2
24	77,4	50,3	54,9	50,3	10,0	44,0	21,0	44,2
72	163,7	119,9	132,1	85,9	12,6	113,7	44,7	134,8
168	203,7	153,7	182,3	108,9	15,7	156,8	59,7	168,9

TEMPS (h)	1B	2B	3B	4B	5B	7B	8B	9
1	2,7	2,7	0,1	1,2	1,4	0,0	0,3	0,8
2	3,9	29,0	2,0	25,1	7,6	0,5	1,0	2,1
5	43,3	70,8	8,0	34,8	7,7	1,1	2,3	4,6
9	39,2	134,5	13,8	101,9	9,8	3,1	18,1	
24	109,8	211,2	34,8	137,9	14,0	11,9	50,8	13,7
72	198,1	242,8	108,3	233,4	16,6	43,8	69,5	
168	224,7	283,7	149,8	241,0	22,2	61,5	85,8	51,1

**Tableau 1 : Quantité en milligrammes de Zinc dans le bol**

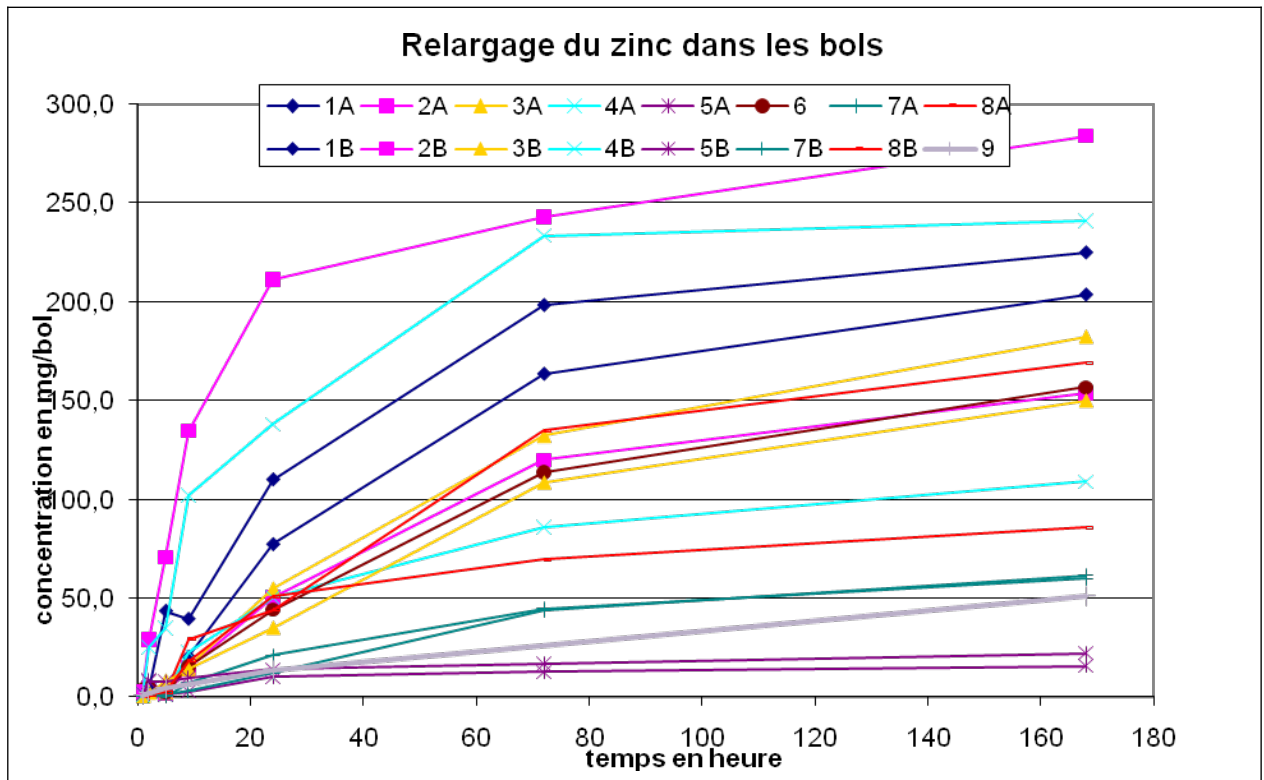


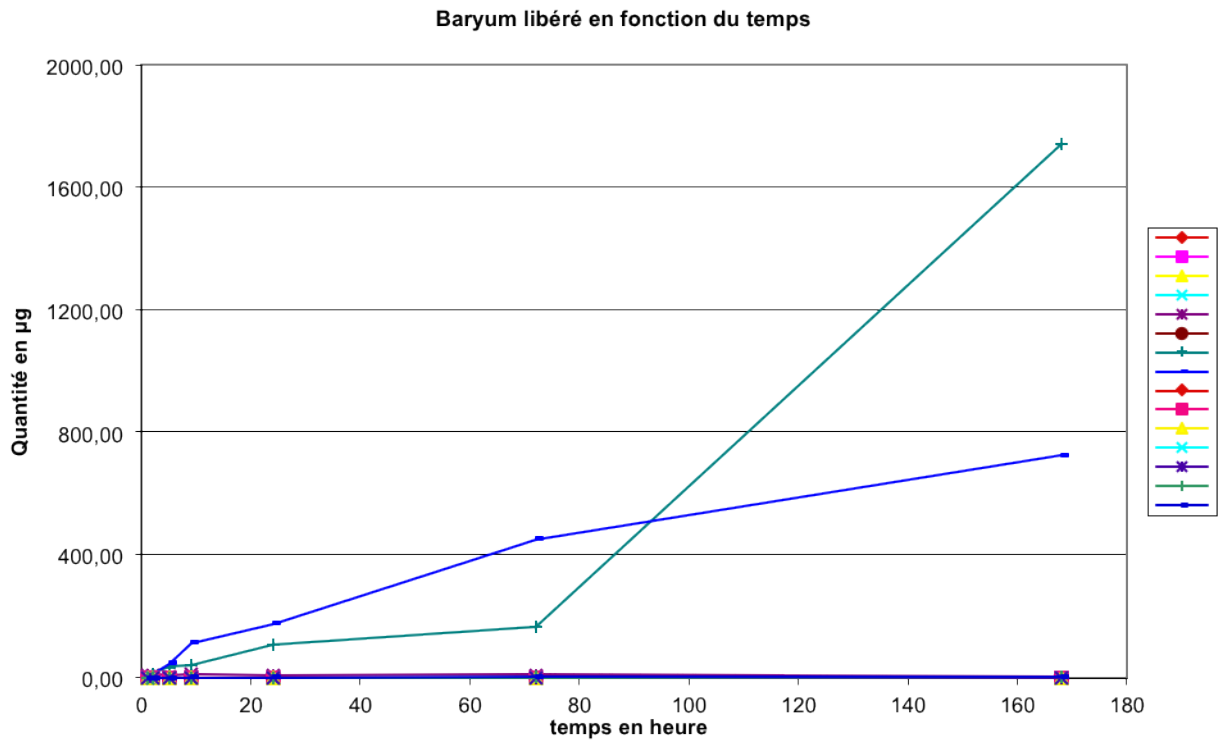
Figure 1 : Zinc libéré en fonction du temps (mg / bol)

**Quantité en µg de baryum dans le bol**

TEMPS (h)	1A	2A	3A	4A	5A	6	7A	8A
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	11,8	11,6
5	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	33,3	48,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	40,5	114,2
24	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0	106,6	176,5
72	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	166,1	452,7
168	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	1741,1	728,0

TEMPS (h)	1B	2B	3B	4B	5B		7B	8B
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	10,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2		12,7	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1		10,5	9,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6		36,5	106,5
24	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3		50,0	162,0
72	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1		82,8	220,0
168	0,0	0,0	0,0	4,6	10,9		381,8	385,0

Tableau 2 : Quantité en microgrammes de baryum dans le bol



*Figure 2 : Baryum libéré en fonction du temps (µg)*

#### 4) Analyse des quantité d'éléments potentiellement ingéré par l'utilisateur de la céramique

##### a. Libération du zinc :

La libération de zinc peut varier fortement entre les 2 répliques d'un même bol (A et B) et entre les bols de même composition (pour rappel, les bols 1 à 4). Cette disparité est due à la variabilité intrinsèque du comportement d'extraction des surfaces en céramique. Cette variabilité, appelée variabilité d'échantillonnage, est de loin la source la plus importante d'erreur expérimentale. Dans le cas du plomb et du cadmium, il a été montré que le coefficient de variabilité pour l'émission de ces deux éléments est généralement égal à 60 % pour les grands échantillons.

La norme **ISO 6486 - partie 2 : limites permises**, donne pour le plomb et le cadmium les limites suivantes :

**Plomb : 0,5 mg/l**

**Cadmium : 0,25 mg/l**

Le plomb et le cadmium sont classés dans les métaux lourds contaminants et sont des éléments toxiques. Le zinc est, comme nous l'avons déjà vu, un élément classé parmi les éléments indispensables à la vie dit éléments essentiels. Ainsi, en l'absence de norme pour le



zinc libéré par les céramiques à usage alimentaire, nous n'allons pas essayer de comparer les valeurs présentées avec les limites imposées pour les métaux lourds. Cependant si on s'intéresse à la quantité de zinc libérée en 24 H, donc dans les conditions de la norme ISO 6486, pour l'échantillon le plus fort (2B), nous avons 211,2 mg de zinc libéré pour un bol de 345 ml soit un concentration en zinc de 612,2 mg/l dans la solution d'acide acétique au bout de 24 H.

Bien que, comme nous venons de le dire, le zinc n'a rien à voir avec les métaux lourds, avec une différence aussi importante (moins de 0,5 mg/l à plus de 600 mg/l), on peut se poser la question de l'influence d'une telle libération sur l'apport en zinc pour la personne utilisatrice du bol.

Si on s'intéresse à l'allure des cinétiques de libération du zinc (figure 1), on remarque que lorsque la quantité de zinc libérée est importante, cette libération est forte dans les premières heures de contact entre le liquide et le bol, puis la courbe présente une cassure avec une libération moindre ensuite. Cette cassure semble, au vu des courbes, intervenir relativement tôt pour les fortes quantités de zinc libéré. Si on prend l'exemple du bol 2B qui libère la quantité de zinc la plus importante, la cassure intervient autour de la 24<sup>ème</sup> heure de contact, donc l'essentiel du zinc libérable serait récupéré dans le liquide au bout de 24 H.

Si nous estimons le temps d'utilisation journalier (par exemple pour boire un thé) à 15 minutes et une seule utilisation par jour, nous pouvons calculer une quantité moyenne de zinc absorbée par jour:

$$\text{Quantité moyenne libérée journalière} = (x * 0,25) / t$$

x = quantité de zinc libéré dans le bol au temps t

Ainsi, toujours pour le bol ayant la libération de zinc la plus importante, la quantité de zinc journalière moyennée sur une période donnée aboutit aux résultats suivants :

Echantillon 2B	T 9 H	T 24 H	T 72 H	T 168 H
Quantité journalière moyenne (mg zinc)	3,74	2,20	0,84	0,42

Pour 168 H d'utilisation (donc pratiquement 2 ans d'utilisation du bol à raison de 15 minutes par jour), l'absorption moyenne de zinc serait de 0,42 mg par jour. Par contre, la quantité moyenne de zinc pour les 9 premières heures d'utilisation (soit le premier mois d'utilisation) serait de 3,74 mg par jour. On peut noter que la courbe de libération du zinc pour les différents temps jusqu'au temps 9 H est linéaire pour le bol 2B, ce qui veut dire que sur cette période, la libération du zinc est régulière dans le temps et donc que les 3,74 mg correspondent exactement à la dose de zinc ingérée par jour et non à une moyenne.

Avec cette dose de zinc de 3,74 mg par jour, nous arrivons à plus d'1/3 de l'apport journalier par l'alimentation. Cet apport est effectivement important et non négligeable, surtout qu'il ce

réalise sur une période longue (1 mois). Cependant, les calculs ont été réalisés avec le bol ayant libéré le plus de zinc et le temps de 15 minutes de contact par jour est peut être surestimé, comme on peut envisager l'inverse avec une personne qui boit thé ou café à longueur de journée ou si elle ne boit qu'un thé par jour, le laisse une demie heure dans le bol.

Ainsi par principe de précaution et en l'absence de norme, il semblerait qu'il soit judicieux d'éliminer la majorité du zinc libérable avant une utilisation alimentaire du bol.

Même si pour aboutir à un protocole d'élimination du zinc le plus efficace il faudrait envisager une étude adaptée, la solution pour garantir un taux de zinc libérable par le bol négligeable dans son utilisation alimentaire, ne semble pas très compliquée. En effet, le fait de mettre en contact le bol pendant 24 H ou plus avec un liquide légèrement acide permet d'éliminer une quantité importante de zinc et de garantir après, une libération de zinc minime dans le liquide alimentaire ingéré.

Si on prend toujours l'exemple du bol 2B, entre 24 H et 168 H, soit pour une période de 144 H, la libération du zinc est linéaire et représente une quantité de zinc de  $283,7 - 211,2 = 72,5$  mg de zinc pour la période soit 0,13 mg par jour. Ainsi, après les premières 24 h d'utilisation, l'apport journalier en zinc passe de 3,74 à 0,13 mg pour un remplissage du bol de 15 minutes. Si un apport de 3,74 mg peut avoir une incidence sur l'apport journalier en zinc, un apport de 0,13 mg n'a aucune incidence sur la dizaine de mg de zinc ingérée quotidiennement.

Une deuxième approche consisterait à jouer sur la composition du frittage, mais là on touche au domaine artistique, où il faut trouver un compromis entre l'effet désiré, le rendu artistique et la mise en œuvre. En effet, par exemple les bols 4A et 4B, pour une composition en zinc identique au niveau de la formule de Seger, présentent des taux de libération du zinc qui diffèrent du simple au double. L'observation des cristaux montre des différences (cf photo page 6). En effet, les cristaux dans le bol B sont plus fins et plus nombreux, ils se sont donc formés plus rapidement, ce qui laisse envisager un niveau d'organisation des atomes moins élevé, cela pourrait expliquer une plus grande mobilité des oxydes métalliques.

Un autre paramètre semble interférer dans la stabilité du zinc dans les cristaux : il s'agit de la présence d'alumine en grande quantité. En effet, le bol n° 5 qui contient beaucoup d'alumine libère peu de zinc ; cette théorie semble confirmée par le bol n° 9. Les bols 1 à 4 et le bol 9, à l'exception de l'alumine, ont une composition très proche. Or on s'aperçoit que si les bols 1 à 4 ont un relargage d'environ 0,30 mg, le bol 9 ne libère que 0,08 mg. Si on se réfère au pourcentage pondéral d'alumine dans la glaçure (annexe 1), les pourcentages pondéraux de zinc varient peu, on peut conclure sur un effet protecteur de l'alumine. Le bol 5 qui a une composition différente (présence d'oxyde de lithium, absence d'oxyde de titane) semble confirmer l'effet protecteur de l'alumine. Le bol 5 nous indique également que l'oxyde de titane n'influence pas la libération, bien qu'il soit soupçonné de changer la nature des cristaux de  $(2ZnO, SiO_2)$  en  $(2ZnO, TiO_2)$ . Cependant, l'alumine a tendance à freiner la formation des cristaux et pourrait modifier le rendu visuel de la poterie.

## b. Libération du baryum:

Seul les bols 7 et 8 ont un apport d'oxyde de baryum (11 et 16 % respectivement). Ces pourcentages ne sont pas si éloignés de ceux du zinc (entre 20 et 30 %) ; cependant, on peut tout de suite constater au niveau des résultats, que la libération du baryum n'a rien à voir avec celle du zinc. En effet, les résultats de baryum sont exprimés en  $\mu\text{g}$  et non en  $\text{mg}$  comme pour le zinc, donc à un niveau mille fois plus faible.

Les valeurs du tableau 2 nous indiquent que sans apport spécifique de baryum, il n'y a pas de libération décelable de cet élément pour la plupart des échantillons ; seul les bols 5A et 5B présentent une libération de baryum décelable, au regard de la technique de dosage extrêmement sensible, mais insignifiante (cette faible quantité de baryum a été apportée par contamination due aux impuretés des autres matières premières ou tout autre type de contamination).

La deuxième constatation, est la variabilité pour une formule donnée et un bol donné. Cette variabilité a d'une part la même origine que celle décrite pour le zinc, mais également un autre paramètre comme la cuisson semble entrer en jeu.

Le bol 7A, qui présente dans sa formule de Seger 11 % de BaO, libère deux fois plus de baryum que le bol 8A qui est à 16 % en BaO. Ce qui différencie ces deux bols 7 et 8 est le mode de cuisson : cuisson oxydante pour le bol 7 et descente en réduction pour le bol 8.

La cuisson en réduction pourrait être à l'origine d'un changement du degré d'oxydation du baryum. Or, les différentes formes d'oxyde de baryum ne possèdent pas les mêmes solubilités. La cuisson en réduction semble protéger vis-à-vis d'une libération du baryum, mais le mode de cuisson est d'abord là pour donner un rendu visuel spécifique : la cuisson en réduction donne une glaçure mate, alors que la cuisson oxydante donne une glaçure brillante.

Si on prend le résultat le plus élevé de libération de baryum, on obtient à 24 H une concentration de baryum de 0,011  $\text{mg/l}$ . Avec ce résultat, si l'on compare à la norme pour le plomb et le cadmium, nous sommes bien en dessous de la valeur limite la plus basse (cadmium 0,25  $\text{mg/l}$ ). Si on compare ce même résultat avec la limite maximale du baryum dans l'eau de boisson 100  $\mu\text{g/l}$  soit 0,1  $\text{mg/l}$ , nous sommes 10 fois plus faible que cette limite.

Toujours avec l'échantillon le plus fort en baryum, si on exprime la quantité de baryum selon le même modèle que pour le zinc (15 minutes de remplissage quotidien), on trouve un apport moyen de 0,0041  $\text{mg/j}$ . Ce résultat est totalement insignifiant en comparaison avec l'apport journalier de 1  $\text{mg/jour}$ .

Le baryum ne semble donc pas être un élément préoccupant, en ce qui concerne sa libération dans le liquide alimentaire à partir de bol céramique avec glaçure au baryum. Les résultats obtenus montrent que les courbes de cinétiques, contrairement à celles du zinc, ne s'aplatissent pas au cours du temps, donc on ne connaît pas le comportement du bol au vieillissement : est-ce que la courbe indique une résistance du bol qui fléchit au cours du temps avec un risque au bout d'un temps très long d'une « rupture de la barrière » entraînant une libération importante du baryum ?

## CONCLUSION

Le baryum entrant dans la composition de certaines glaçures qui recouvrent les céramiques à usage alimentaire ne semble pas constituer un élément préoccupant, quant à sa libération dans le contenu des récipients céramiques.

La quantité de zinc libérée par les glaçures des céramiques est non négligeable et doit être prise en compte pour un usage alimentaire, mais cette quantité peut être réduite à un niveau acceptable en terme de sécurité alimentaire par un procédé simple et peu onéreux. Ce procédé qui consiste à mettre en contact le récipient pendant un temps donné avec du vinaigre de vin blanc par exemple, peut être réalisé avant la commercialisation ou apparaître dans la notice d'utilisation comme précaution préalable à l'emploi.

Une étude complémentaire doit être effectuée pour définir des conditions bien ciblées, afin d'obtenir le meilleur résultat (temps de contact, température du liquide, influence de la taille du bol, procédure de rinçage, etc.).

Cette démarche de contrôle qualité et de souci du danger pour la santé du consommateur lié à la libération par le récipient d'éléments métalliques comme le baryum ou le zinc, doit par contre s'accompagner du contrôle obligatoire et normalisé de la libération du plomb et du cadmium.