

Rapport du gouvernement au Parlement relatif aux substituts au
Bisphénol A

Loi du 24 décembre 2012

Table des matières

Glossaire.....	3
Résumé.....	4
Introduction.....	6
Partie 1 – Bilan des connaissances et des actions concernant le Bisphénol A.....	8
1 Synthèse des travaux relatifs à l'évaluation des risques.....	9
1.1 Travaux français.....	9
1.2 Travaux européens.....	11
2 Actions de gestion des risques.....	12
2.1 Au niveau national.....	12
2.2 Au niveau européen.....	14
2.3 Au niveau international.....	16
Partie 2 – Substitution du Bisphénol A dans les matériaux polycarbonates.....	17
1 Présentation des matériaux polycarbonates et de leurs usages.....	17
2 Alternatives identifiées pour le remplacement des matériaux polycarbonates contenant du BPA.....	18
2.1 Autres matières plastiques en remplacement du polycarbonate.....	20
2.2 Autres matériaux pour remplacer le polycarbonate.....	34
3 Toxicité des substituts au polycarbonate.....	36
4 Conclusion.....	37
Partie 3 – Substitution du Bisphénol A dans les matériaux en résines époxydes.....	38
1 Présentation des matériaux résines époxydes.....	38
2 Alternatives identifiées pour l'usage résines époxydes.....	40
2.1 Autres résines.....	41
2.2 Autres matériaux.....	53
3 Toxicité des substituts aux résines époxydes.....	56
4 Conclusion.....	57
Partie 4 – Autres matériaux au contact de denrées alimentaires concernés par la substitution du bisphénol A.....	59
Partie 5 – Substitution du bisphénol A dans les papiers thermiques.....	60
1 Comparaison des révélateurs de pigments alternatifs.....	61
2 Procédés d'impression alternatifs.....	63
2.1 Imprimante matricielle.....	63
2.2 Imprimante à jet d'encre.....	63
2.3 Imprimante laser.....	64
2.4 Imprimante à transfert thermique.....	65
3 Alternatives sans papier.....	65
3.1 Tickets et reçus électroniques.....	65
3.2 Paiement par mobile/sms.....	66
3.3 Impression des reçus à la demande du client.....	67
Partie 6 – Les retardateurs de flammes.....	68
Synthèse et conclusion.....	69
Annexes.....	71

Glossaire

ANSM Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
ANSES Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
ACS Attestation de Conformité Sanitaire
BPA Bisphénol A
CLP Classification, Labelling and Packaging
CMR Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique
CNTE Conseil Nationale de la Transition Ecologique
CORAP Plan d'action continu communautaire (Community Rolling Action Plan)
COV Composé organique volatil
DGCCRF Direction Générale de la Concurrence de la Consommation et de la Répression des Fraudes
DGPR Direction Générale de la Prévention des Risques
DGS Direction Générale de la Santé
DJA Dose Journalière Admissible
DJT Dose Journalière Tolérable
DLUO Date limite d'Utilisation Optimale
ECHA Agence Européenne des produits chimiques
EDCH Eaux Destinées à la Consommation Humaine
EFSA Autorité Européenne de Sécurité des Aliments
INERIS Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRS Institut National de Recherche et de Sécurité
KEMI Agence suédoise des produits chimiques
MCDA Matériaux destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires
MCDE Matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine
NFC Communication en champ proche (Near Field Communication)
PBT Persistant, Bio-accumulable, Toxique
RAC Comité d'évaluation des risques
REACH Enregistrement, Evaluation, Autorisation et Restriction des produits chimiques
SEAC Comité d'analyse socio-économique
SIMT Institut sud-est de la fabrication et de la technologie (Caroline du Sud)
SNA-BPA Service National d'Accompagnement à la substitution du Bisphénol A
SNFBM Syndicat National des Fabricants De Boîtes Emballages et Bouchages Métalliques
SNPE Stratégie Nationale sur les Perturbateurs Endocriniens
STEP Station d'Épuration des Eaux Usées
UE Union Européenne
UMR SPO Unité Mixte de Recherches Sciences Pour l'Œnologie (Montpellier)
US-FDA United States - Food and Drug Administration
UV Ultra-Violet

Résumé

L'article 1 de la loi n°2012-1442 du 24 décembre 2012 visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A, prévoit que le Gouvernement adresse au Parlement un rapport évaluant les substituts possibles au bisphénol A pour ses applications industrielles au regard de leur éventuelle toxicité.

Le présent rapport dresse un état des lieux des connaissances sur la substitution du Bisphénol A dans les matériaux au contact des denrées alimentaires et diverses autres applications telles que les tickets thermiques. Cet état des lieux est accompagné par un bilan sur les données disponibles relatives à la toxicité des substituts.

La rédaction du présent rapport a été coordonnée par le ministère chargé de l'environnement, le ministère chargé de la consommation et le ministère chargé de la santé. Il a été élaboré sur la base des contributions des agences sanitaires et organismes d'expertise : l'Agence Nationale de Sécurité des Médicaments et des produits de santé (ANSM), l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES), l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS).

Contenu du rapport

1^{ère} partie : Bilan des connaissances et des actions concernant le Bisphénol A

Cette partie rappelle les différents usages du Bisphénol A. Il est principalement utilisé dans la fabrication des polycarbonates et résines époxydes, comme révélateur dans les tickets thermiques et pour la synthèse des retardateurs de flammes. Cette partie fait aussi état des connaissances scientifiques et des mesures réglementaires, existantes ou en cours de mise en œuvre, au niveau français, européen et international.

2^{ème} et 3^{ème} parties : Substitution du Bisphénol A dans les matériaux polycarbonates et les résines époxydes

Les seconde et troisième parties traitent respectivement des alternatives aux matériaux en polycarbonate et matériaux en résine époxyde qui sont notamment utilisés dans les matériaux au contact des denrées alimentaires visés par la loi du 24 décembre 2012.

Un premier travail de recensement, conduit en mars 2012 par l'Anses et décrit dans son rapport relatif à l'évaluation des risques liés au Bisphénol A (BPA) pour la santé humaine et aux données toxicologiques et d'usage des bisphénols S, F, M, B, AP, AF, et BADGE, a permis de dresser un premier état des lieux des alternatives au bisphénol A et de la substitution du bisphénol A par usage. Au total, 73 alternatives possibles au bisphénol A avaient été identifiées.

Le présent rapport s'intéresse à la plupart des alternatives alors identifiées, dont les données d'utilisation, de classification et de statut réglementaire ont été mises à jour par l'Anses. Une analyse effectuée par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF), auprès des industriels fabricants de MCDA et des représentants de l'agroalimentaire a permis de recenser les substituts mis en œuvre ou envisagés pour les matériaux polycarbonates et résines époxydes. La DGCCRF, autorité compétente pour les matériaux au contact des denrées alimentaires, a en effet reçu

régulièrement les opérateurs économiques pour faire le point sur l'état d'avancement de la substitution du bisphénol A, y compris sur ses difficultés éventuelles. Au cours du 1^{er} semestre 2014, un questionnaire a été envoyé aux principaux syndicats représentatifs des secteurs impactés par la loi (« parties prenantes») en vue de l'élaboration de ce rapport. Le questionnaire a ciblé les principales applications impactées, à savoir les vernis constitués de résine époxyde et les objets en matière plastique polycarbonate. Ces applications ne sont pas les seules concernées par la loi n°2012-1442 du 24 décembre 2012 mais constituent les enjeux industriels majeurs de la substitution du bisphénol A.

Les données toxicologiques disponibles sont intégrées au sein du rapport et figurent intégralement en annexe 2.

4^{ème} partie : Autres matériaux en contact avec les denrées alimentaires concernés par la substitution

D'autres matériaux que les résines époxydes et polycarbonates peuvent être concernés par la loi du 24 décembre 2012, tels que les encres, les adhésifs, le papier et le carton.

5^{ème} partie : Les papiers thermiques

Dans une cinquième partie sont présentées les solutions de substitution recensées par l'Anses dans le dossier de restriction du BPA dans les papiers thermiques (tickets de caisse, reçus de carte bancaire) que la France a proposé au niveau européen dans le cadre du règlement REACH. Les alternatives sont constituées par des produits chimiques en remplacement du BPA mais aussi par des solutions sans papier.

6^{ème} partie : Les retardateurs de flammes

Parmi les différents usages identifiés du BPA, celui-ci peut être utilisé dans la synthèse de retardateurs de flamme. Cette dernière partie reprend les données du rapport publié en 2013 par l'Anses relatives aux substituts au BPA pour cette application.

Introduction

Le 4,4-isopropylidènediphénol ou bisphénol A (BPA) est une substance chimique de synthèse utilisée depuis plus de 50 ans dans la fabrication industrielle des plastiques, en tant que monomère du polycarbonate et des résines époxydes. Les polycarbonates sont ensuite utilisés pour fabriquer un grand nombre d'objets courants (CD, lunettes, certaines bonbonnes d'eau) alors que les résines époxydes sont utilisées pour constituer les revêtements intérieurs des boîtes de conserve ou dans la fabrication des amalgames dentaires. Le BPA est aussi utilisé comme composant d'autres polymères et résines (polyester, polysulfone, résines vinylesters...) et intervient dans la synthèse de certains retardateurs de flamme et comme révélateur dans les papiers thermiques (tickets de caisse, reçus de carte bancaire).

Sur la base des travaux réalisés en particulier par l'Anses en 2011, mettant en évidence des effets sanitaires, avérés chez l'animal et suspectés chez l'homme, même à de faibles niveaux d'exposition, ainsi que l'identification de populations sensibles, la France a suspendu, par la loi du 24 décembre 2012, le bisphénol A dans les conditionnements, contenants et ustensiles destinés à des enfants de moins de trois ans (en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2013), puis ceux destinés à toutes les applications à partir du 1^{er} janvier 2015.

La France avait déjà, en juillet 2010, suspendu la commercialisation des biberons au bisphénol. Cette mesure a ensuite été étendue à toute l'Union européenne en janvier 2011 par un amendement à la directive européenne 2002/72/CE, relative aux matériaux et objets en matière plastiques destinés à entrer en contact des denrées alimentaires.

La loi n°2012-1442 du 24 décembre 2012 visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement destiné à entrer en contact avec des denrées alimentaires contenant du bisphénol A, stipule également que le Gouvernement adresse au Parlement un rapport évaluant les substituts possibles au bisphénol A pour ses applications industrielles au regard de leur éventuelle toxicité.

C'est l'objet du présent rapport qui, après avoir rappelé succinctement l'état des connaissances sur les risques liés au BPA, réalise un bilan des travaux réalisés et en cours sur la substitution du bisphénol A (substituts mis en œuvre, difficultés, conséquences, adéquation industrielle et toxicité de ces substituts) notamment dans les matériaux au contact des denrées alimentaires visés par la loi précitée.

Ce rapport concerne les principales applications du bisphénol A (polycarbonate et résines époxydes). Ces applications sont aussi celles qui contribuent le plus à l'exposition au bisphénol A, en particulier le revêtement intérieur à base de résine époxyde de certaines boîtes de conserve, qui constituent aujourd'hui le principal vecteur de l'exposition par voie alimentaire, ainsi que les bonbonnes en polycarbonate (Anses, 2013).

Présentée au Conseil national de la transition écologique (CNTE), la stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens, qui vise à réduire l'exposition de la population et de l'environnement aux perturbateurs endocriniens a été adoptée le 29 avril 2014. Elle s'articule autour de cinq avancées majeures :

- soutenir la recherche pour mieux connaître les perturbateurs endocriniens et leurs effets sur la santé et l'environnement, notamment en finançant des programmes de recherche et en mettant en place une plateforme public-privé qui permettra de réduire les délais des tests sur les substances chimiques ;

- développer l'innovation dans l'industrie, en stimulant la mise en œuvre de produits de substitution innovants et non toxiques ;
- renforcer l'expertise et lancer dès cette année l'analyse d'au moins huit substances chimiques par an suspectées d'être des perturbateurs endocriniens ;
- porter ce sujet majeur de santé publique au niveau européen et refaire de la France un pays moteur de la protection de la santé et l'environnement en Europe ;
- améliorer l'information des citoyens, dans leur vie quotidienne comme sur les lieux de travail.

Dans ce contexte, le présent rapport s'intéresse également, mais de façon non exhaustive, aux substituts du BPA mis en œuvre dans les applications autres que les conditionnements alimentaires.

Partie 1 – Bilan des connaissances et des actions concernant le Bisphénol A

Le BPA est une substance d'origine exclusivement anthropique, c'est un monomère (utilisé dans la synthèse des polymères).

Le BPA est majoritairement utilisé dans la fabrication du polycarbonate et de résines époxyphénoliques (ou résines époxydes), mais également dans la fabrication de résines polyesters insaturées et de résines polyarylates.

Cette substance est utilisée lors de la fabrication de nombreux produits ayant de multiples usages, aussi bien dans la sphère domestique que dans la sphère industrielle.

Plus en détail, le BPA est présent dans (Ineris, 2010) :

- les **polycarbonates** (plastiques, rigides et transparents) qui sont utilisés pour la fabrication de nombreux produits **destinés à l'emballage alimentaire**, tels que les bonbonnes d'eau réutilisables, les biberons, la vaisselle (assiettes et tasses), le petit-électroménager de cuisine, les récipients de conservation ;
- les **polycarbonates** sont également utilisés pour divers produits plastiques **non alimentaires**, tels que les pare-chocs automobiles, les lunettes (lunettes de protection, montures, verres solaires), les disques compacts (CD) ;

En Europe, il existe cinq sites de production de polycarbonate basés en Allemagne, aux Pays-Bas, en Belgique et en Espagne et exploités par trois sociétés (Fédération de la Plasturgie, 2011).

En 2005/2006, l'utilisation du bisphénol A en Europe pour la fabrication des polycarbonates s'élevait à 865 000 tonnes.

Les domaines d'utilisation du polycarbonate sont variés : 26 % dans la construction, 14 % dans l'automobile, 15% dans l'électronique et l'électrique. Le polycarbonate est utilisé à hauteur de 15 % dans le secteur de l'électroménager et à 4 % pour le secteur des récipients et bonbonnes réutilisables. Les usages identifiés en 2011 étaient des récipients alimentaires, les biberons antichocs, les bonbonnes réutilisables et leur réservoir, les bouilloires (réglettes transparentes), les réservoirs d'eau des machines à café et certains articles de vaisselle (assiettes, tasses, gourdes) (Fédération de la plasturgie, 2011).

- le polyester carbonate, produit notamment par Bayer (APEC®), qui est synthétisé à partir de deux Bisphénols : Bisphenol A et Bisphenol TMC ;
- les **résines époxydes** qui sont utilisées comme revêtement intérieur des cannettes et des boîtes de conserves, ainsi que dans des peintures, encres. Ces résines sont également utilisées dans les réseaux d'adduction d'eau potable (revêtements de cuves et de canalisations) ;
- les résines époxydes et polyacrylates qui peuvent être utilisées pour la synthèse de ciment dentaire ;
- certains polyacrylates qui sont utilisés, avec d'autres matériaux, dans les équipements médicaux ;
- les polysulfones (préparés à partir de sel de sodium de BPA) pouvant être utilisés comme retardateurs de flamme ;
- les polyetherimides (synthétisés à partir de dianhydride de BPA) utilisés par exemple dans les récipients pour chauffer des aliments au micro-onde ;
- les plastiques marqués par le symbole de Möbius n°3 (Vinyle ou PVC polychlorure de vinyle), 6 (polystyrène) et 7 (autres plastiques, ce qui englobe le polycarbonate) peuvent contenir du BPA.

De plus, le Bisphenol A peut intervenir (Ineris, 2010) :

- en tant que révélateur dans les **papiers thermiques** ;
- dans la fabrication d'esters cyanures, lesquels sont polymérisés pour être employés principalement dans les domaines aéronautique et spatial. D'autres bisphénols sont aussi utilisés (bisphenol E) dans ce cadre.

Enfin, le Tetrabromobisphenol A (TBBPA) est le **retardateur de flamme** le plus employé (substance importée à hauteur d'environ 14 000 t/an dans l'UE en 2003/2005). Il est synthétisé à partir de BPA mais cette synthèse n'est pas réalisée en Europe. Le BPA reste présent comme impureté du TBBP-A, en très faibles quantités (de l'ordre de 3 ppm soit 3mg/L).

1 Synthèse des travaux relatifs à l'évaluation des risques

1.1 Travaux français

En 2009, la Direction générale de la santé (DGS) a saisi l'Anses pour une demande d'expertise relative aux risques sanitaires pour la population générale d'une trentaine de substances potentiellement reprotoxiques et/ou perturbatrices endocriniennes dont le bisphénol A.

En 2010, la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) a demandé à l'agence une expertise sur le BPA, prenant en compte tous les autres types d'effets toxiques, au-delà des seuls effets reprotoxiques et/ou liés à la perturbation endocrinienne, ainsi qu'une étude de filières dont l'objectif était d'identifier de manière plus systématique les secteurs d'activité et *in fine* les produits et articles de consommation concernés par l'utilisation de bisphénol A. L'Anses avait alors identifié près d'une soixantaine de secteurs potentiellement utilisateurs de cette substance en France et avait listé de manière non exhaustive des produits susceptibles de contenir du bisphénol A (câbles, mastics, adhésifs, récipient à usage alimentaire ou non, optiques de phares, articles de sports, fluides de freinage, fluides caloporteurs, matériel d'installation électrique, appareils électroménagers, dispositifs et appareils médicaux, encres d'imprimerie...), montrant ainsi qu'une très grande diversité de types de produits et d'articles étaient concernés.

L'Anses a publié en septembre 2011 deux rapports : l'un relatif aux effets sanitaires du bisphénol A, l'autre à ses usages. Ce travail a mis en évidence des effets sanitaires, avérés chez l'animal et suspectés chez l'homme, même à de faibles niveaux d'exposition. Ces effets pouvant par ailleurs dépendre fortement des périodes d'exposition au regard des différentes phases de développement de l'individu, cela a conduit à identifier des populations particulièrement sensibles.

En mars 2013, l'Anses a publié un rapport sur l'évaluation des risques du bisphénol A pour la santé humaine. Ce dernier, s'appuyant sur des évaluations de l'exposition de la population (notamment des femmes enceintes) au bisphénol A, a confirmé les effets de cette substance avec un risque potentiel pour l'enfant à naître des femmes enceintes exposées.

Celui-ci est suivi de trois autres rapports : un état des lieux des alternatives potentielles au bisphénol A, une évaluation des dangers d'autres composés de la famille des bisphénols et un rapport sur les incertitudes entourant les perturbateurs endocriniens.

L'analyse des risques a permis de mettre en évidence quatre types d'effets : effets sur le cerveau et le comportement, effets sur l'appareil reproducteur femelle, effets sur le métabolisme et l'obésité et effets sur la glande mammaire. L'évaluation prenant en compte l'ensemble des milieux d'exposition a montré que certaines situations d'exposition de la femme enceinte au bisphénol A présentent un risque potentiel pour l'enfant à naître. Les effets identifiés portent sur une modification de la structure de la glande mammaire chez l'enfant à naître qui pourrait favoriser un développement tumoral ultérieur. Les risques concernent potentiellement les enfants des deux sexes.

Concernant les trois autres types d'effets examinés pour l'évaluation des risques (effets sur le cerveau et le comportement, effet sur le métabolisme et sur le risque d'obésité, effet sur le système reproducteur féminin), le risque apparaît « négligeable », selon les hypothèses considérées.

L'alimentation contribue majoritairement à l'exposition (84 % pour la femme enceinte). Concernant les principales sources d'exposition alimentaires et quelles que soient les populations concernées, l'expertise identifie trois grandes catégories :

- Les produits conditionnés en boîtes de conserve (qui représentent environ 50 % de l'exposition alimentaire totale) se décomposant comme suit : 35 à 45 % pour les légumes ; 10 à 15 % pour les plats composés et produits à base de viande et de poisson.
- Certains aliments d'origine animale : autour de 17 % pour les viandes, abats et charcuterie, entre 1 et 3 % pour les produits de la mer.
- Une contamination diffuse dont l'origine n'est pas identifiée qui représente entre 25 et 30 % de l'exposition alimentaire totale.

L'Agence a également identifié l'eau distribuée en bonbonnes de polycarbonate comme une source conséquente d'exposition au bisphénol A. Le calcul de l'exposition *via* les bonbonnes d'eau en polycarbonate montre que l'eau conditionnée dans ces bonbonnes constitue une source significative d'exposition au bisphénol A. Sa consommation peut contribuer à une augmentation de l'exposition au bisphénol A et pourrait ainsi, ajoutée aux autres expositions, entraîner un risque « additionnel » pour l'enfant à naître pendant l'exposition de la femme au cours de sa grossesse.

L'évaluation spécifique des risques liés à la manipulation ou l'usage de produits et/ou articles destinés au grand public contenant du bisphénol A a montré que la manipulation de papiers thermiques (tickets de caisse, reçus de carte bancaire) pouvait conduire à des situations à risque pour les quatre types d'effets considérés.

L'Anses recommandait donc la réalisation, dans les meilleurs délais, d'une étude de biométrie¹ chez des femmes travaillant en caisse manipulant des papiers thermiques contenant du bisphénol A et/ou du bisphénol S, en vue de vérifier les résultats issus des scénarios d'exposition retenus. Cette étude lancée par l'INRS consiste à évaluer l'exposition des populations professionnellement exposées au BPA et BPS (principalement les agents de caisse) suite à la manipulation de tickets thermiques, en les comparant à des populations professionnellement non exposées (témoins). Les résultats sont attendus pour la fin de l'année 2014.

¹ La biométrie est la surveillance de l'exposition à un produit par le biais de la mesure d'indicateurs biologiques correspondants (taux dans le sang, l'urine...)

Sans attendre les résultats, l'Anses recommandait de diminuer l'exposition de la population, professionnelle comme générale. La France a, en conséquence, proposé au niveau européen de restreindre l'utilisation du BPA dans les papiers thermiques (voir ci-après).

1.2 Travaux européens

L'EFSA réalisait en 2006 une évaluation complète des risques associés au BPA et établissait une dose journalière tolérable (DJT) de 0,05 milligrammes par kilogramme de poids corporel (mg/kg pc/jour) pour cette substance. La DJT est l'estimation de la quantité d'une substance, exprimée par rapport au poids corporel, qui peut être ingérée quotidiennement pendant toute la durée d'une vie sans risque notable pour la santé. Dans le même temps, l'EFSA évaluait les quantités effectivement consommées de BPA par le biais des aliments et des boissons chez les adultes, les nourrissons, les enfants et considérait qu'elles étaient toutes inférieures à la DJT.

L'EFSA a réexaminé de nouvelles informations scientifiques sur le BPA en 2008, 2009, 2010 et 2011. À chaque occasion, les experts de l'EFSA ont conclu qu'ils n'avaient pas identifié de nouveaux éléments qui justifieraient une révision de la DJT du BPA de 0,05 mg/kg pc.

En février 2012, à la suite d'un examen approfondi de nouvelles études scientifiques publiées, le groupe scientifique de l'EFSA chargé des matériaux en contact avec les aliments, les enzymes, les arômes et les auxiliaires technologiques (groupe CEF) a décidé d'entreprendre une réévaluation complète des risques pour l'homme, associés à l'exposition au BPA, par l'intermédiaire de sources alimentaires et de sources non-alimentaires, telles que du papier thermique ou des poussières.

En janvier 2014, l'EFSA indique - dans un projet d'avis en consultation mais non publié à ce jour-, entre autres, que l'exposition au BPA est susceptible d'avoir des effets défavorables sur les reins et le foie, ainsi que des effets sur la glande mammaire et recommande que la dose journalière tolérable (DJT) pour le BPA soit abaissée, de son niveau actuel de 50 µg/kg de poids corporel/jour (ou 0,05 mg/kg/pc/jour) à 5 µg/kg/pc/jour (0.005 mg/kg/pc/jour).

L'EFSA indique également que des incertitudes persistent sur un certain nombre d'autres dangers pour la santé, considérés comme moins probables. En conséquence, la DJT proposée est établie de façon provisoire, en attendant les résultats des activités de recherche menées dans le cadre du programme national de toxicologie des États-Unis qui devraient apporter des réponses sur des incertitudes actuelles concernant les effets potentiels du BPA sur la santé. Toutefois, l'EFSA estime que le BPA présente un risque faible pour les consommateurs étant donné que l'exposition à la substance chimique se situe bien en dessous de la DJT provisoire.

L'Allemagne, l'Autriche, Chypre, le Danemark, la France, la Grèce, la Slovaquie, la Suède la Suisse mènent depuis plusieurs années des travaux dans plusieurs domaines notamment en ce qui concerne : l'exposition humaine au BPA, les niveaux de BPA présents dans les denrées alimentaires et d'autres sources, les méthodes analytiques, les sources non alimentaires d'exposition et les études de toxicité, y compris sur les effets rapportés pour de faibles doses de BPA.

Sur la base des travaux de l'Anses, la France a proposé une classification harmonisée européenne plus sévère du BPA en substance présumée toxique pour la reproduction humaine (R1B) selon le règlement européen CLP. Cette proposition a été adoptée à l'unanimité le **19 mars 2014** par le comité d'évaluation des risques (RAC) de l'agence

européenne des produits chimiques. La Commission européenne devrait prochainement modifier la classification du bisphénol A dans le règlement CLP².

Plus largement sur la question des Bisphénols, la Belgique évalue les Bisphénols S et M dans le cadre du CoRAP 2014 (plan d'action continu communautaire qui répertorie les substances devant être soumises à évaluation sur une période de trois ans) prévu par le règlement REACH. L'évaluation dans le cadre du CoRAP a pour objectif de clarifier les préoccupations des autorités sur l'existence d'un risque pour la santé humaine ou l'environnement lié à une substance. Dans de nombreux cas, les préoccupations initiales motivant l'inscription d'une substance au CoRAP sont liées au caractère potentiel « persistance, bioaccumulation, toxicité (PBT) », « perturbateur endocrinien », ou « cancérigène, mutagène et toxique pour la reproduction (CMR) » ; en combinaison éventuellement avec des utilisations largement dispersives, des usages grand public et de forts tonnages.

2 Actions de gestion des risques

2.1 Au niveau national

Réglementation

La loi n°2010-729 du 30 juin 2010 qui suspendait la fabrication, l'importation, l'exportation et la mise sur le marché à titre gratuit ou onéreux de biberons produits à base de bisphénol A a été modifiée par la loi n°2012-1422 du 24 décembre 2012 pour étendre le champ d'application aux conditionnements, contenants et ustensiles comportant du bisphénol-A et destiné à entrer en contact direct avec des denrées alimentaires, ainsi qu'aux collerettes de tétine, sucettes et anneaux de dentition.

S'agissant des conditionnements à vocation alimentaire, cette suspension est prévue de manière programmée dans le temps, en distinguant deux catégories de denrées alimentaires :

- au 1^{er} janvier 2013, les denrées destinées aux nourrissons et enfants en bas âge, au sens des a et b de l'article 2 de la directive 2006/141/CE de la Commission du 22 décembre 2006 concernant les préparations pour nourrissons et les préparations de suite et modifiant la directive 1999/21/CE ;
- au 1^{er} janvier 2015, les denrées destinées aux autres catégories de la population.

Ces réglementations innovantes sur le BPA ont placé la France comme l'un des pays européens les plus volontaires sur ce sujet. Par ailleurs, elles s'inscrivent dans le contexte de la Stratégie Nationale sur les Perturbateurs Endocriniens (SNPE) adoptée en avril 2014, suite à l'engagement pris par le gouvernement lors de la conférence environnementale de septembre 2012.

Concernant les dispositifs médicaux, l'ANSM ne dispose pas de liste des dispositifs incorporant du BPA. Ceux susceptibles d'en contenir sont notamment des dispositifs

² Règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques et des mélanges.

comprenant des composants en polycarbonate, en polysulfone mais également certains matériaux à usage dentaire fabriqués à partir de dérivés de BPA. La mise sur le marché d'un dispositif médical n'est pas soumise à l'octroi d'une autorisation par une autorité compétente mais est soumise au marquage CE. Il n'existe pas de liste de substances interdites dans les dispositifs médicaux contrairement à la réglementation pour les produits cosmétiques.

Communication/ Information du public et des professionnels

Depuis 2011, une plaquette, rédigée par le ministère chargé de la santé, est à disposition sur le site internet santé du Ministère des Affaires Sociales, de la santé et des droits des femmes. Intitulée « Bisphénol A : recommandations aux femmes enceintes et aux parents de jeunes enfants », elle préconise des mesures de prévention et des gestes simples à adopter pour limiter les expositions au BPA par le biais des aliments.

Le site internet du Service national d'accompagnement à la substitution du bisphénol A (SNA-BPA³) a été mis en place par l'Ineris à la demande du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Il a pour vocation d'apporter un appui opérationnel, sur des sujets techniques et technologiques, aux acteurs économiques engagés dans une démarche de substitution du BPA.

Le site propose ainsi différents types de ressources, à savoir :

- Une information sur le cadre réglementaire en vigueur pour le Bisphenol A en France, et à l'étranger, régulièrement mise à jour et complétée (les mises à jour étant publiées via des actualités ou la newsletter).
- Des éléments relatifs à l'actualité de la substitution : informations émanant des acteurs concernés, événements à venir (conférences concernant la substitution du BPA, etc.) et une newsletter, à laquelle il est possible de s'abonner.
- Des documents techniques, dont certains sont produits par l'INERIS. Y figurent des rapports, des notes techniques relatifs à la thématique générale de substitution du bisphénol A. Les rapports de référence sur la substitution de l'INERIS, de l'ANSES, ou d'autres pays (notamment USA) y sont accessibles. Un dossier technique porte sur la problématique particulière de la migration du BPA dans les conduites d'eau potable chemisées avec des résines epoxydes, et sur les solutions alternatives à ces résines.
- Les newsletters (5 newsletters publiées à ce jour) sont réalisées par une recherche d'information sur les sites internet spécialisés, et au-delà par interrogation directe de la communauté des producteurs et des utilisateurs des plastiques et résines pertinents, et de leurs additifs. L'INERIS a travaillé, pour l'élaboration de ces documents avec un partenaire spécialisé dans la recherche et la mise à disposition d'information technique pour les résines et polymères.
- Les utilisateurs du site ont la possibilité de proposer leurs propres travaux, sous réserve de respecter les conditions de fond (sujet abordé) et de forme (organisation et taille du document). A titre d'exemple, une entreprise ou un groupe d'entreprises ayant conduit avec succès une démarche de substitution, peut proposer une étude de cas ou "success story".
- Un moteur de recherche permet d'accéder à l'information concernant un matériau plastique ou un produit chimique de substitution au Bisphénol A
- Un forum d'échanges sur des points précis de la substitution, ou sur des démarches réussies. Le forum est un lieu d'échanges entre les utilisateurs du site. Il est donc à la

³ <http://www.ineris.fr/substitution-bpa/>

fois un lieu où des questions peuvent être posées, des réponses apportées et des thématiques débattues. Pour des raisons techniques, juridiques et déontologiques, l'utilisation du forum requiert au préalable l'enregistrement de l'utilisateur. L'usage de pseudos reste possible, préservant ainsi l'anonymat lorsqu'il est souhaité par l'utilisateur.

- Une Foire Aux Questions qui fournit aux utilisateurs des réponses simples et opérationnelles à leurs questions les plus immédiates sur les usages et les principaux substituts potentiels au BPA dans les emballages alimentaires. L'INERIS assure une veille des questions des utilisateurs - en lien avec la mise en ligne de documents ainsi que dans le cadre des échanges du forum - et met en ligne des réponses validées par les experts de l'Institut.
- Une rubrique « Agenda » renseigne les utilisateurs sur les manifestations (congrès, expositions,...) susceptibles de diffuser des informations sur la substitution du BPA. Ce sont ainsi une vingtaine de manifestations internationales dont qui ont été portées à la connaissance des utilisateurs du site.

Cette source d'informations peut ainsi permettre d'identifier des substances et/ou de matériaux susceptibles de se substituer aux bisphénols et/ou polycarbonates composés à base de bisphénols (néanmoins, la faisabilité technique de la transposition des alternatives au BPA à la substitution d'autres bisphénols ne peut être garantie et devra donc être étudiée au cas par cas).

La fréquentation du site a progressé régulièrement pour se situer actuellement à environ 700 visites par mois.

2.2 Au niveau européen

Réglementation européenne sur les matériaux en contact avec les denrées alimentaires

Au sein de l'Union européenne, le bisphénol A est encadré par le règlement (UE) n°10/2011 du 14 janvier 2011, concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires. Dans ce cadre, le BPA est autorisé pour la fabrication de matériaux en contact avec les aliments avec une limite de migration spécifique de 0,6 mg/kg dans les aliments. Il est interdit dans la fabrication de biberons en polycarbonate et en tant qu'additif dans toutes les matières plastiques destinées au contact des denrées alimentaires, suite à la notification de mesures nationales en 2010 par deux Etats membres (la France et le Danemark).

Autres réglementations européennes

Actuellement, le BPA est visé par :

1. Le règlement CLP⁴ définit au sein de l'Union européenne les obligations concernant la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges. L'annexe VI liste les substances faisant l'objet d'une classification harmonisée de leurs dangers, c'est-à-dire validée par les autorités publiques et en conséquence d'application obligatoire en Europe. Le BPA est inscrit à cette annexe, en tant que toxique pour la reproduction de catégorie 2 (suspecté) et sera bientôt reclassé en

⁴ Règlement (CE) N°1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges chimiques

reprotoxique de catégorie 1B (présumé) suite à l'avis favorable du RAC en mars dernier sur la base de la proposition de la France.

Cette classification plus sévère aura pour conséquence l'application de mesures réglementaires plus sévères, en particulier l'obligation de mise en place de mesures de prévention renforcées pour les utilisations professionnelles du bisphénol A (sa substitution devra ainsi être recherchée en premier lieu), ou l'interdiction de mise sur le marché de substances et de mélanges contenant du bisphénol A à plus de 0.3% à destination des consommateurs.

2. Le règlement REACH⁵ vise à évaluer et à contrôler les substances chimiques fabriquées, importées et utilisées sur le marché européen, afin de réduire les risques pour la santé et l'environnement liés à leurs utilisations. Toutes les entreprises fabricantes, importatrices et/ou utilisatrices de substances chimiques sont concernées par ce règlement. Le BPA est enregistré sous REACH. Il est en cours d'évaluation par l'Allemagne dans le cadre du CoRAP, plan d'action continu communautaire qui répertorie les substances devant être soumises à évaluation par les Etats membres. Des informations complémentaires relatives aux données d'exposition et à l'absorption cutanées ont été demandées aux opérateurs industriels.

En raison de la mise en évidence par l'Anses, du risque associé à la manipulation de papiers thermiques chez les femmes enceintes et leur enfant à naître, la France a proposé une restriction de l'usage du BPA dans ces papiers en janvier 2014. Cette proposition est actuellement en cours d'instruction par les comités techniques de l'agence européenne des produits chimiques.

3. Dans le cadre du règlement (CE) n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques remplaçant la directive 76/768/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques, le BPA est inscrit à l'annexe II, listant les substances interdites dans les produits cosmétiques.
4. Dans le cadre de la directive 2009/48/CE relative à la sécurité des jouets, le BPA est inscrit à l'annexe II, de cette directive, appendice C, qui définit les valeurs limites spécifiques pour les produits chimiques utilisés dans les jouets destinés à l'usage d'enfants de moins de 36 mois ou dans d'autres jouets destinés à être mis en bouche. La valeur limite de migration du BPA a été établie à 0,1 mg/L.

Par ailleurs, des mesures nationales ont été adoptées par d'autres États membres aux côtés de la France :

- Restriction de l'usage du BPA dans les anneaux de dentition et sucettes pour nourrissons depuis 2010 par l'Autriche.
- Restriction de l'usage du BPA dans les emballages alimentaires pour les enfants de moins de 3 ans depuis janvier 2013 par la Suède, la France et la Belgique.

Concernant les papiers thermiques, une proposition de loi visant à interdire le BPA dans les tickets de caisse et les reçus de carte de crédit a été déposée en Belgique au Sénat le 19 mai 2011. En Suède, le gouvernement avait saisi le KEMI (Agence suédoise de produits chimiques) en vue d'évaluer les risques du BPA dans les papiers thermiques, d'identifier et d'évaluer les dangers de ses alternatives et d'élaborer une proposition de loi pour interdire le

⁵ Règlement (CE) N°1907/2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances

BPA dans les papiers thermiques. Le rapport, publié en juin 2012, proposait au gouvernement une interdiction nationale du BPA dans les papiers thermiques.

2.3 *Au niveau international*

Le Canada a été le premier pays dans le monde à interdire les biberons contenant du bisphénol A (2008).

L'État nord-américain du Connecticut a aussi été l'un des premiers à adopter des restrictions vis-à-vis du BPA. En 2009, il proposait d'interdire la vente de contenants réutilisables pour les aliments ou les boissons, y compris les biberons, les gobelets anti-gouttes, les bouteilles de sport et les thermos, qui contenaient du BPA. La loi est entrée en vigueur le 1^{er} octobre 2011. Par ailleurs, le Sénat du Connecticut a proposé en 2011 une loi visant à interdire la fabrication, la vente ou la distribution de reçus en papier thermique ou de tickets de caisse contenant du BPA. La restriction a pris effet le 1^{er} octobre 2013.

Les États du Maine et de l'Illinois envisagent d'adopter une position identique.

À Taïwan, le BPA a été interdit dans les papiers thermiques depuis le 10 janvier 2011.

Partie 2 – Substitution du Bisphénol A dans les matériaux polycarbonates

1 *Présentation des matériaux polycarbonates et de leurs usages*

Il existe 2 types de matières plastiques appartenant à la famille des polycarbonates (qui dépendent des réactifs de départ et des procédés de synthèse de ces matériaux) : les thermodurcissables et les thermoplastiques. Seuls les thermoplastiques sont fabriqués à base de polycarbonate de bisphénol A.

La production de matières plastiques en polycarbonate représente les 2/3 des tonnages du BPA.

Les polycarbonates sont principalement utilisés dans les équipements optiques (verres de vue, lentilles de cameras thermiques, ...), équipements électriques, électroniques et médicaux et dans les revêtements dans l'alimentaire. Pour ces usages, les polycarbonates possèdent les caractéristiques intéressantes suivantes : clarté et résistance à la chaleur et aux chocs. Néanmoins, ils ont une résistance limitée aux agents chimiques : l'hydrolyse⁶ du polymère peut survenir à température élevée et à pH alcalin, entraînant la libération du bisphénol A.

Les applications des polycarbonates sont (Ineris, 2010) :

- Les CD, DVD, Blue-Ray et autres disques
- Les couvertures de panneaux solaires
- Les vitrages de sécurité, casques, lunettes et écrans de protection
- Les modules de toit des voitures
- Les casques
- Les lunettes de soleil
- Les équipements médicaux (oxygénateurs de sang, respirateurs dialyseurs, instruments à usages uniques)
- Les boîtiers pour équipements électroniques (téléphones portables, appareils photos, sèche-cheveux, ordinateurs, téléviseurs, machines à café)
- Les équipements électriques, tels que prises et interrupteurs
- Les phares et pare-chocs de voitures

Dans le domaine alimentaire, les matériaux en polycarbonates concernent particulièrement :

- Les bouilloires électriques
- Les bonbonnes d'eau réutilisables
- Les biberons antichocs
- La vaisselle micro-ondable et pour le camping
- Les boîtes de rangement et récipients alimentaires
- Moules pour réaliser des bonbons et tablettes en chocolat
- Égouttoirs, couvre-assiette, gobelets, douilles de pâtisserie,

Dans le bâtiment, les applications du polycarbonate sont les suivantes : toitures, bardages, châssis de fenêtres et élément de désenfumage, portes spéciales, ...

⁶ L'hydrolyse d'une substance est sa décomposition par l'eau grâce aux ions H₃O⁺ et HO⁻ provenant de la dissociation de l'eau.

2 Alternatives identifiées pour le remplacement des matériaux polycarbonates contenant du BPA

Les excellentes propriétés mécaniques et thermiques des polycarbonates en font des matériaux de choix pour de nombreuses applications. Comme pour tous les matériaux, chaque polycarbonate possède des propriétés particulières qui ne lui permettent parfois qu'un usage particulier. Aussi, la difficulté de la substitution réside dans le fait de trouver une alternative viable et intéressante d'un point de vue économique pour chaque application, en l'absence de substitut universel.

Les substituts possibles présentés ci-après sont extraits en partie du rapport de l'Anses de 2013 sur les alternatives au BPA. Les données concernant les MCDA ont été actualisées et complétées grâce aux réponses apportées au premier semestre 2014 par les industriels dans le questionnaire élaboré par la DGGCRF, les informations concernant les autres applications ont été actualisées par la DGPR, sur la base des données transmises par des fédérations professionnelles contactées individuellement et des entreprises qui avaient contribué au rapport de l'Anses. La liste des parties prenantes figure en annexe 5.

Chaque alternative, détaillée ci-après pour les polycarbonates, peut être :

- Une substitution par un autre matériau plastique ou polymère ;
- Une substitution par un autre matériau.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des alternatives identifiées pour le remplacement des matériaux en polycarbonate

	Alternatives	Usages
Matériaux au contact des denrées alimentaires		
Autres matières plastiques	Polyphénylsulfone	Biberons, accessoires pour biberons
	Polyéthersulfone	Biberons, vaisselle pour enfant
	Polyamides	PA-6 : biberons, bouteilles, emballages alimentaires PA-11 : bouteilles et contenants alimentaires PA-12 : biberons
	Polyéthylènes	PE-hd : bouteilles de lait, bouteilles de jus réutilisables, emballage du lait et produits lactés PE-bd : contenants alimentaires, bouteilles
	Polypropylène	Biberons, vaisselle pour enfants, bouteilles d'eau réutilisables, plateau repas dans les cantines
	Copolyester Tritan®	Biberons, bonbonnes à eau, bouteilles réutilisables, équipements de cuisine, gourdes, appareils électroménagers
	Polyéthylène téréphtalate (PET)	Bouteilles et contenants alimentaires

	Matériaux à base d'isosorbide (Exemple : l'Ecozen®)	Fabrication de polymères sur base d'isosorbide • Polyester d'isosorbide : contenants micro-ondables, bonbonnes à eau... • Polycarbonates à base d'isosorbide : haute performance technique Bouteilles de sport, contenants alimentaires, corps des mixer et blender
	Polyétherimide	Récipients pour chauffer des aliments au micro-onde
	Poly(acide lactique) (PLA)	Emballage alimentaire, bouteilles
	Topas® IT X1	Applications alimentaires
	Matériaux à base de mélamine	Vaisselle, ustensiles de cuisine, plateau-repas dans les cantines
	Acrylonitrile-butadiénestyrene (ABS)	Vaisselle, ustensiles de cuisine, bouilloires électriques
	Copolymère TSC-M™	Bouteilles de lait, gourdes sportives, etc
Autres matériaux	Verre	Biberons, bouteilles réutilisables, gourdes, contenants alimentaire
	Céramiques	Vaisselle, ustensiles de cuisine, plateau-repas dans les cantines
	Acier inoxydable	Bouteilles et contenants alimentaires
	Silicone	Biberons
Dispositifs médicaux		
Autres matières plastiques	Polyphénylsulfone	Applications médicales
	Polyéthersulfone	Appareils et accessoires médicaux
	Copolyester Tritan®	Appareils médicaux
	Topas® IT X1	Applications médicales
	Poly(acide lactique) (PLA)	Applications médicales : fils de suture , broches orthopédiques et galéniques
Jouets / Puériculture/ Loisir / Biens de consommation		
Autres matières plastiques	Polypropylène	Articles de puériculture
	Copolyester Tritan®	Appareils de puériculture et loisir (skateboard)
	Acrylonitrile-butadiénestyrene (ABS)	Jouets, téléphones, casques de sécurité, bagagerie
	Copolymère TSC-M™	Couvercle tube de bulles de savon, capots voiture, etc
Autres secteurs / Conditionnements		
Autres matières plastiques	Polyphénylsulfone	Aérospatiale, automobile
	Polyéthersulfone	Domaines électriques et électroniques, automobile, optique, aviation, aérospatiale

	Polyéthylènes	PE-hd : emballages produits détergents, bouteilles de shampooing, bidons d'huile de moteur
	Polyétherimide	Applications électriques et électroniques, aérospatiale et automobile
	Acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS)	Automobile : intérieurs de portière, tableaux de bord, etc

La suite de ce chapitre présente et discute les propriétés de ces différentes alternatives, d'après l'analyse de l'Anses et les données recueillies par la DGCCRF et la DGPR en 2014.

Au regard des informations sur la toxicité, il est important de noter que dans le cas des matériaux alternatifs identifiés, ce sont les informations relatives aux monomères ou additifs qui ont été renseignées dans le présent rapport. En effet, il convient de rappeler que les polymères sont fabriqués à partir de monomères et d'autres substances de départ qui sont transformés par réaction chimique en une structure macromoléculaire : le polymère. Or, le polymère en tant que tel est une structure inerte dont la masse moléculaire est élevée. Étant donné que ces substances ne peuvent généralement pas être absorbées par l'organisme, le risque potentiel pour la santé qui découle du polymère lui-même est minime. Des risques potentiels pour la santé peuvent toutefois provenir du transfert de monomères ou d'autres substances de départ n'ayant pas subi de réaction ou ayant subi une réaction incomplète. Lorsqu'elles sont disponibles, les données relatives à la classification des dangers selon le règlement CLP, telles qu'une classification harmonisée, ou une classification établie et notifiée par les industriels, sont renseignées. L'annexe 2 du rapport récapitule l'ensemble de ces informations.

2.1 Autres matières plastiques en remplacement du polycarbonate

2.1.1 Polyphénylsulfone

Le polyphénylsulfone (PPSU) est un composé de la famille des polyarylènesulfones. Il diffère du polysulfone de par le remplacement du groupe bisphénol A par un groupe de diphenyle.

Ce polymère est utilisé pour la fabrication de biberons. La société Cloud a été contactée en 2013 par l'Anses dans le cadre des travaux relatifs à l'identification des alternatives au BPA. Cette société commercialise des biberons et accessoires pour biberons, fabriqués 100 % en France par la société Plastifal, sans BPA ni phtalates.

Le SIMT, Institut sud-est de la fabrication et de la technologie en Caroline du Sud, indique que le PPSU est aussi utilisé dans les secteurs de l'aérospatiale, l'automobile et pour certaines applications médicales.

Les avantages et inconvénients du PPSU sont les suivants (Anses, 2013, Ineris 2014) :

Avantages et inconvénients du PPSU

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes propriétés mécaniques, incassable, léger • Bonnes propriétés physico-chimiques • Matériau résistant aux rayons UV et aux températures élevées (jusqu'à 200°C) • Aucune absorption d'odeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Couleur ambrée

Le polyphénylsulfone ne fait pas l'objet d'une classification harmonisée de ses propriétés intrinsèques selon le règlement CLP⁷. Aucune donnée toxicologique n'a été enregistrée par des industriels sur le site de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA).

2.1.2 Polyéthersulfone

Le polyéthersulfone (PES) est un polymère de la famille des polyarylénesulfones. Il peut être synthétisé selon plusieurs voies de synthèse en fonction du monomère de départ. Un des monomères identifiés est le bisphénol S.

Le polyéthersulfone peut être utilisé en remplacement du polycarbonate dans les biberons mais également dans la vaisselle pour enfants (Anses, 2013).

Le groupe Polyalto, fournisseur et fabricant de produits plastiques au Québec, indique sur son site internet que le PES est aussi utilisé pour les appareils et les accessoires médicaux ainsi que pour les installations d'eau chaude. Il est principalement employé dans les domaines électriques, électroniques, de l'automobile, de l'optique, de l'aviation et de l'aérospatiale.

Les avantages et inconvénients du PES sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients du polyéthersulfone

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Résistance thermique et résistance à l'oxydation • Bonnes propriétés mécaniques • Bonne résistance aux radiations, rayons X, bêta et gamma • Bonne résistance aux solutions aqueuses d'acides et bases • Bonnes propriétés mécaniques • Bonne résistance aux radiations, rayons X, bêta et gamma • Bonne résistance aux solutions aqueuses d'acides et bases 	<ul style="list-style-type: none"> • Synthétisé à partir de bisphénol S, qui est suspecté d'être perturbateur endocrinien et d'avoir les mêmes effets que le BPA • Plus cher que les polycarbonates (PC), car c'est un matériau sophistiqué, élaboré pour une plus grande résistance au choc

⁷ Le règlement CLP décrit les règles de classification, d'étiquetage et d'emballage des produits chimiques

La société Greiner Packaging, contactée par l'Anses en 2011 dans le cadre de l'appel à contributions, a testé le PES comme alternative au polycarbonate pour des bonbonnes d'eau. Selon l'entreprise, il est trop onéreux pour les bonbonnes et comme il peut être synthétisé à partir de bisphénol S, la société Greiner Packaging a préféré bloquer le développement des bonbonnes avec cette alternative. La fiche technico-économique sur les bisphénols S et F réalisée par l'Ineris peut être consultée sur le site de l'Ineris.

Le bisphénol S ne fait pas l'objet d'une classification harmonisée de ses propriétés intrinsèques selon le règlement CLP. La classification établie par les industriels est la suivante : provoque une irritation cutanée, provoque une sévère irritation des yeux, peut irriter les voies respiratoires et est nocif pour les organismes aquatiques. Il convient toutefois de signaler que le BPS est en cours d'évaluation par la Belgique dans le cadre du plan d'action communautaire CoRAP et que de nouvelles informations pourraient prochainement être apportées.

2.1.3 Polyamides

Les polyamides font partie de la famille des polymères thermoplastiques caractérisés par le groupement amide. Parmi les différents types de polyamides, trois polyamides ont été identifiés comme étant des alternatives potentielles du BPA (Anses, 2013) :

- Le polyamide 6,6 (PA-6,6), qui peut être utilisé en remplacement du polycarbonate dans les bouteilles, les biberons et les emballages alimentaires (Anses, 2013). Ce polyamide est autorisé en Amérique du Nord pour la fabrication de contenants alimentaires d'après l'un des fabricants de ce matériau (Ineris, 2014).
- Le polyamide 11 (PA-11), peut être utilisé en remplacement du polycarbonate dans les bouteilles et contenants alimentaires (Anses, 2013). Ce matériau est réalisé à partir de ressources renouvelables (huiles de Ricin) et est agréé pour le contact alimentaire (Ineris, 2014). Il est 3 à 4 fois plus cher que le polycarbonate.
- Le polyamide 12 (PA-12). Il peut être utilisé en remplacement du polycarbonate dans les biberons (Anses, 2013). Ce polyamide est autorisé en Europe pour la fabrication de contenants alimentaires d'après l'un des fabricants de ce matériau (Ineris, 2014). Il est aussi plus cher que le polycarbonate.

Les avantages et inconvénients des polyamides sont les suivants (Anses, 2013 ; Ineris 2014) :

Avantages et inconvénients des polyamides

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Résistance aux chocs • Résistance aux huiles et graisses à température élevée • Résistance aux solvants et bases • Tenue en fatigue • Résistance aux écarts de température (-50°C à +170°C) • Reprise d'humidité 	<ul style="list-style-type: none"> • Certains articles en polyamide (majoritairement importés de Chine) pourraient contenir des formaldéhydes et des amines aromatiques primaires

Les informations relatives à la classification harmonisée et les notifications de classification des industriels, sont présentées et détaillées en Annexe 2. Ainsi, le PA-6,6 pourrait, selon du moins certains industriels, être nocif par contact cutané et provoquer des brûlures de la peau

et également être nocif par ingestion. Les polyamides 11 et 12 en revanche n'auraient aucun effet sur la santé humaine.

2.1.4 Polyéthylènes

Les polyéthylènes sont des polymères appartenant à la famille des polyoléfines. Ils sont obtenus par polymérisation⁸ de l'éthylène. Dans la formulation du matériau, d'autres substances peuvent également être utilisées : 1-octène, 1-hexène et 1-butène.

Ces polymères sont des thermoplastiques. Les propriétés physico-chimiques des polyéthylènes peuvent être de natures différentes selon les modes de polymérisation (Anses, 2013) :

- le polyéthylène haute densité (PE-hd), est un polymère linéaire qui peut être obtenu par un procédé basse pression. Il possède les qualités requises pour l'emballage du lait et des produits lactés ainsi que pour les bouteilles de jus réutilisables (Anses, 2013). La société de recyclage WasteCare, indique sur son site internet que le PE-hd est utilisé dans les emballages de produits détergents, bidons d'huile moteur, bouteilles de shampoing, flacons de médicaments, bouchons de boissons gazeuses.

Les avantages et inconvénients du PE-hd sont les suivants (Anses, 2013 ; Ineris 2014) :

Avantages et inconvénients du PE-hd

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Résistance aux chocs même à basse température • Résistance aux produits chimiques • Faible sensibilité à l'eau • Imperméabilité à la vapeur d'eau • Excellentes propriétés électriques (isolant) • Bonnes propriétés organoleptiques • Facilité de mise en œuvre à l'échelle industrielle • Matériau recyclable 	<ul style="list-style-type: none"> • Couleur laiteuse, non opaque • Permet de stocker le lait frais (utilisé en Angleterre) mais pas le lait UHT qui nécessite un contenant opaque • Faible résistance à la température

- le polyéthylène basse densité (PE-bd), est un polymère ramifié qui peut être obtenu par une méthode à haute pression. Il peut être utilisé en remplacement des polycarbonates pour les bouteilles et contenants alimentaires (Anses, 2013). La société Tupperware utilise du PE-bd pour ses emballages. Le PE-bd peut entrer dans la composition de matériaux de type Tetra-Pak® qui peuvent être des alternatives aux résines époxydes, utilisées dans la fabrication de canettes et conserves métalliques. Ce matériau de remplacement sera détaillé ultérieurement.

Les avantages et inconvénients du PE-bd sont les suivants (Anses, 2013) :

⁸ Réaction chimique par laquelle des petites molécules réagissent entre elles pour former des molécules de masse molaire plus élevées.

Avantages et inconvénients du PE-bd

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Résistance aux produits chimiques • Peu perméable à la vapeur d'eau • Non polaire, il est donc utilisé comme isolant • Plus souple que le PE-hd 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'inconvénients identifiés selon la bibliographie

La 1-butène est classée selon CLP comme gaz extrêmement inflammable. Les informations relatives aux notifications de classification du 1-octène, 1-hexène et 1-butène, par les industriels, sont présentées et détaillées en Annexe 2. Selon les industriels, ce sont des substances qui sont en particulier très inflammables.

2.1.5 Polypropylène

Le polypropylène (PP) est un thermoplastique appartenant à la famille des polyoléfines. Le polypropylène est fabriqué à partir du monomère propylène.

Le polypropylène peut être utilisé en remplacement du polycarbonate pour les applications suivantes (Anses, 2013) :

- Les biberons
- La vaisselle pour enfants
- Des articles de puériculture
- Les bouteilles d'eau réutilisables
- Les plateaux repas dans les cantines
- Des contenants de stockage à usage alimentaire

Le polypropylène présente les avantages et inconvénients (Anses, 2013, Ineris 2014) :

Avantages et inconvénients du polypropylène

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonne résistance aux chocs • Résistance aux produits chimiques • Températures d'utilisation supérieures à 100°C • Résistant à l'abrasion • Très rigide • Imperméable • Transparent • Facilement recyclable 	<ul style="list-style-type: none"> • Naturellement opalescent • Mise en œuvre délicate • Faible résistance aux UV • Collage difficile • Problèmes d'odeur et d'étanchéité lors du vieillissement • Matériau plus souple • Surface moins lisse que le polycarbonate, risque de développement bactérien

La société Greiner Packaging, contactée par l'Anses en 2011 dans le cadre de l'appel à contributions, a testé le polypropylène comme alternative au polycarbonate pour des bonbonnes d'eau.

Selon cette entreprise, il existe déjà des bonbonnes en polypropylène, par exemple au Brésil. Cependant la bonbonne reste très fragile. L'utilisation d'une telle bonbonne demanderait aux distributeurs et embouteilleurs de revoir complètement leur mode de fonctionnement en matière logistique. La bonbonne en polycarbonate à base de BPA peut

supporter environ jusqu'à 40 rotations/client et donc jusqu'à 40 lavages (lavage, remplissage, consommation de l'eau) tandis que celle en polypropylène ne peut en supporter que 2 à 5. Si le polypropylène est moins cher à l'achat en tant que matière première, le cycle de vie de la bonbonne étant court (signifiant donc plus de déchets à traiter) le rend nettement moins rentable.

Le polypropylène est classé selon CLP comme gaz extrêmement inflammable. La classification proposée par les industriels mentionne que le polypropylène peut provoquer somnolence ou vertige. Les informations relatives à sa classification harmonisée et les notifications de classification par les industriels, sont présentées et détaillées en Annexe 2.

2.1.6 Copolyester Tritan®

Le copolyester Tritan® est une alternative, fabriquée par la société Eastman Chemical. Ce matériau est proposé en remplacement du polycarbonate dans les applications de contact alimentaire. Cette entreprise a répondu à l'appel à contributions lancé par l'Anses en septembre 2011 et a communiqué des informations complémentaires sur son produit le copolyester Tritan®, dans le cadre de l'actualisation des données du rapport de l'Anses.

Ce matériau peut être produit à partir des monomères suivants : le diméthyl téréphtalate, le 1,4-cyclohexanediméthanol et le 2,2,4,4-tétraméthyl-1,3-cyclobutanediol. Ces monomères sont utilisés selon divers ratios qui dépendent des performances caractéristiques voulues.

D'après la société Eastman, ces monomères sont enregistrés sous REACH et les données concernant leur innocuité sont disponibles sur le site de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA). La société indique que des tests ont été effectués pour évaluer l'effet perturbateur endocrinien. Les tests pour les trois monomères se sont tous révélés négatifs à cet égard.

Le copolyester Tritan® est autorisé aux États-Unis pour la fabrication d'articles destinés au contact alimentaire selon la description faite dans la notification de la Food and Drug Administration américaine (FDA) et a reçu un avis favorable de l'EFSA pour les emballages alimentaires à usage unique.

Les usages du copolyester Tritan® en tant qu'alternative au polycarbonate sont les suivants :

- dans les biberons (Société Greiner Packaging, Société Evenflo, Société Dr Weil Baby)
- les bonbonnes à eau (Société Greiner Packaging)
- les bouteilles réutilisables (Société Aladdin, Société Nalgène)
- les équipements de cuisine : assiettes... (Société Eastman)
- les appareils de puériculture (Société Eastman)
- les gourdes (Société Eastman, Société Greiner Packaging),
- les appareils électroménagers : blenders (Société Eastman, Société Coplan), un appareil pour obtenir de l'eau chaude (différente des bouilloires) (Société Eastman)
- les appareils médicaux (Société Eastman) : dialyseurs ...

Le copolyester Tritan® présente les avantages et inconvénients suivants (Anses, 2013 ; Ineris 2014) :

Avantages et inconvénients du copolyester Tritan®

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonne clarté • Durabilité • Haute résistance à la chaleur • Meilleure flexibilité • Processus de fabrication plus simple • Plus léger que le polycarbonate (PC) dû à une basse densité • Rigidité • Résiste à 500 cycles aux lave-vaisselles commerciaux et destinés aux particuliers • Forte résistance aux produits détergents agressifs • Moins cher que le PC 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'inconvénients identifiés selon la bibliographie

La société Greiner Packaging a répondu à l'appel à contributions lancé par l'Anses en septembre 2011, en tant qu'entreprise utilisatrice du copolyester Tritan® en remplacement du polycarbonate dans les bonbonnes à eau, les gourdes, les bouteilles de sport, les biberons, les flaconnages (Anses, 2013).

La société Greiner Packaging SAS est le seul producteur français de bonbonnes pour fontaines à eau. Les travaux sur les recherches de matériaux alternatifs au polycarbonate contenant du BPA ont démarré dès 2008 dans cette entreprise, notamment pour les biberons, les bonbonnes et les gourdes.

Toutes les informations mentionnées ci-après concernent l'application bonbonne à eau et ne peuvent donc être extrapolées à toutes les autres applications possibles du copolyester Tritan®.

Greiner Packaging recherchait une alternative ayant les mêmes caractéristiques que le polycarbonate, à savoir :

- Pouvoir être lavé à de hautes températures (entre 60° et 80°) avec les mêmes détergents
- Résistance aux chocs
- Transparence

Les substituts copolyester Tritan® WX510 et WX500 produits par la société Eastman avaient été retenus à l'époque.

Les bonbonnes en copolyester Tritan® ont été testées chez les clients de Greiner Packaging afin de savoir s'il s'agissait d'une alternative viable et intéressante d'un point de vue économique. En effet, les attentes ne sont pas toujours les mêmes selon l'environnement : les bonbonnes sont utilisées dans différents endroits (chantiers, usines, bureaux...). Greiner signalait les deux principaux inconvénients de l'usage du copolyester Tritan® dans les bonbonnes : l'un relatif à sa fragilité et à sa moindre résistance aux chocs par comparaison au polycarbonate et l'autre par rapport à sa moindre longévité.

Le Tritan® est également utilisé par Greiner depuis le printemps 2011 pour la fabrication d'autres types de contenants pour l'eau, fabriqués en Autriche.

La vente de Tritan® est autorisée en Europe depuis mars 2011 dans le cadre du règlement (UE) n°10/2011 relatif aux matériaux en contact avec les denrées alimentaires. Ainsi depuis cette date, la société Greiner Packaging a fabriqué plusieurs milliers de bonbonnes prototypes à partir de ce polymère.

Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification des composants du copolyester Tritan®, sont présentées et détaillées en Annexe 2. Les effets mentionnés par les industriels concernent notamment l'irritation des yeux.

2.1.7 Polyéthylène téréphtalate

Le polyéthylène téréphtalate (PET) est un polyester linéaire fabriqué par polycondensation de l'éthylène glycol et de l'acide téréphtalique. Il peut remplacer le polycarbonate dans les bouteilles et contenants alimentaires (Anses, 2013). Le PET est utilisé pour les bouteilles de boissons gazeuses du fait de son imperméabilité au CO₂.

Les avantages et inconvénients du PET sont les suivants (Anses, 2013 ; Ineris 2014) :

Avantages et inconvénients du polyéthylène téréphtalate

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Propriétés de dureté • Résistance à l'abrasion et aux chocs • Résistance chimique aux huiles, aux hydrocarbures, aux solutions salines et à l'eau froide • Imperméabilité à l'eau, aux gaz et aux arômes • Recyclable • Le PET cristallisé résiste à la surgélation, au four à micro-ondes et au four à 220°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Non résistant à l'eau chaude • Ne supporte pas la chaleur

La société Greiner Packaging, contactée par l'Anses en 2011 dans le cadre de l'appel à contributions, a testé le PET comme alternative au polycarbonate pour des bonbonnes d'eau. Le PET était en effet, en 2011, en cours de développement dans cette entreprise, car déjà utilisé pour les bouteilles d'eau minérale. S'agissant de l'usage pour les bonbonnes, les industriels notent plusieurs inconvénients : il n'est pas résistant aux températures élevées, il s'abîme plus facilement et il est moins résistant que le polycarbonate ou que le Tritan® (alternative présentée par cette entreprise pour l'application bonbonne à eau. Cf. paragraphe sur le copolyester Tritan®). Selon l'entreprise, le PET reste cependant une alternative possible mais sans certitude sur la viabilité. De nouveaux tests étaient prévus pour fin 2011. Aucune information complémentaire n'a été transmise sur ces tests à ce jour.

La société Petainer a développé une bonbonne constituée de PET. Leur bonbonne PetainerCooler™ est consignable, réutilisable et recyclable. Ce récipient est vendu prêt à l'emploi ou sous un format temporaire destiné à être ultérieurement modifié (ce qui baisse de manière significative les coûts de transport). La société Petainer est plus généralement spécialisée dans les contenants en PET. Elle n'est pas présente en France, mais dispose de bureaux dans plusieurs pays de l'UE (site internet SNA-BPA de l'Ineris).

Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification des composés du PET par les industriels, sont présentées et détaillées en Annexe 2. Certains composés (éthylène glycol et acide téréphtalique) présenteraient, du moins selon certains industriels très minoritaires au sein des industriels fabriquant ou mettant sur le marché ces substances, des propriétés toxicologiques préoccupantes pour la fertilité.

Il convient de noter que ce polymère a fait l'objet d'une évaluation positive par l'US FDA : Food Contact Notification (FCN) n°85 pour l'utilisation en tant que films ou articles destinés à être en contact avec des produits alimentaires aqueux, acides, faiblement alcoolisés et gras.

2.1.8 Matériaux à base d'isosorbide

Le groupe Roquette, contacté par l'Anses en 2011 dans le cadre des travaux sur l'identification des alternatives au BPA, a transmis les informations détaillées ci-dessous sur l'isosorbide et les matériaux à base d'isosorbide pouvant être utilisés en tant qu'alternatives au polycarbonate. L'isosorbide, commercialisé par la société Roquette sous le nom Polysorb® PS, est un diol biosourcé⁹ obtenu par déshydratation du sorbitol (un sucre-alcool), qui est lui-même issu de l'hydrogénation du glucose.

La substance isosorbide, entrant dans la composition d'un éventuel alternatif, est autorisée pour le contact alimentaire matière plastique en Europe (Règlement (UE) n°10/2011) dans le cadre du développement de PolyÉthylèneTéréphtalate (PET) modifié isosorbide sous les références PM Réf 15404 et MCDA 364.

L'isosorbide entre dans la fabrication de nouveaux polyesters et polycarbonates. Selon la société Roquette, les usages de ces polyesters et polycarbonates à base d'isosorbide sont les suivants :

- Les polycarbonates contenant de l'isosorbide possèdent des propriétés proches ou supérieures aux polycarbonates actuels produits à partir de BPA. Ces polycarbonates sont utilisés pour des applications à haute performance technique dans des applications à haute valeur ajoutée. Dans son rapport de 2013, l'Anses indiquait que l'utilisation de ces matériaux dans les emballages alimentaires n'avait pas été envisagée. Aucune information n'a pu être obtenue à ce sujet à l'heure actuelle.
- Les polyesters d'isosorbide sont des polyesters partiellement biosourcés. Ils peuvent substituer les polycarbonates fabriqués à partir de BPA, notamment dans le domaine alimentaire, par exemple pour des contenants micro-ondables, des bonbonnes d'eau rigides pour fontaines ou des gourdes. Les polyesters d'isosorbide ont des performances similaires à d'autres PET modifiés comme le PETG (PET amorphe), avec une meilleure résistance à la température, une bonne capacité à être transformés et une meilleure résistance aux produits chimiques.

Les avantages et inconvénients de l'isosorbide sont les suivants (Anses, 2013 ; Ineris 2014) :

⁹ Les matériaux biosourcés sont des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale.

Avantages et inconvénients de l'isosorbide selon la société Roquette

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Biosourcé, biodégradable et ne répond à aucun critère de classification de danger • Il s'agit d'une substance non toxique, ingérée quotidiennement par les personnes atteintes de la maladie de Ménière • Il améliore la résistance et les propriétés des polymères qui le contiennent • Excellentes propriétés optiques • Grande résistance aux produits chimiques, aux UV et aux températures élevées • Sa mise en œuvre se réalise sur des installations existantes reconverties • Il est repris dans la plupart des inventaires produits chimiques et est déjà sur la liste positive des monomères autorisés pour la fabrication de matériau plastique en Europe 	<ul style="list-style-type: none"> • Un haut degré de pureté est nécessaire pour la polymérisation. • Son prix de revient est aujourd'hui plus élevé que d'autres monomères, compte tenu des faibles capacités de production existantes, • Son caractère hydrophile et sa réactivité plus faible ne permettent pas une substitution du BPA dans toutes ses applications par l'isosorbide seul, notamment dans les résines époxydes (revêtement boîte de conserve...). Des travaux de recherche sont menés pour limiter ces effets, en combinant l'isosorbide à d'autres diols.

Exemple d'application : l'ECOZEN®

La société SK Chemicals, cliente et utilisatrice de l'isosorbide produit par la société Roquette, a été contactée par l'Anses en 2011 au sujet des substituts du BPA et a communiqué sur leur produit Ecozen®, polyester à base d'isosorbide, et qui peut remplacer les polycarbonates à base de BPA.

L'Ecozen® est un copolyester composé de diacide et de diols. L'acide 1,4-benzènedicarboxylique ou acide téréphtalique est utilisé en tant que diacide et l'isosorbide est employé en tant qu'un des diols. Toutes ces informations ont été communiquées par la société SK Chemicals.

L'isosorbide utilisé, provient de la société Roquette (se référer au paragraphe précédent). Selon la société, les applications possibles de cette alternative sont les suivantes : bouteilles de sport, contenants alimentaires, le corps des mixer et blender.

Le produit Ecozen® a fait l'objet d'une évaluation positive par la FDA (Food Contact Notification N°1075) pour une utilisation en tant que composant d'articles destinés à être au contact alimentaire. Toutefois, la température limite d'utilisation de ces articles est alors de 100°C. Il ne peut donc pas s'employer pour des applications de chauffage au micro-onde ou de cuisine, et notamment les emballages alimentaires destinés aux enfants, les biberons et tasses d'apprentissage sont par suite exclus. Le produit Ecozen® est commercialisé depuis 2009.

Selon la société SK Chemicals, les avantages et inconvénients du produit Ecozen® sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients de l'Ecozen® selon la société SK Chemicals

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Produit fabriqué à partir d'une molécule verte • Transparence • Faible taux de transmission d'oxygène • Bonne résistance chimique • Bonne résistance pour la contamination alimentaire • Meilleure résistance à la chaleur que le PET, PETG 	<ul style="list-style-type: none"> • Prix élevé

Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification des composants de l'Ecozen® par les industriels, sont présentées et détaillées en Annexe 2. Des propriétés préoccupantes pour la fertilité ont été mentionnées pour certains par un nombre très limité d'industriels.

2.1.9 Polyétherimide

Les polyétherimides (PEI) sont synthétisés à partir de diamine aromatique condensé sur un anhydride phtalique.

C'est un thermoplastique amorphe, transparent et ambré de haute performance, qui présente une bonne combinaison de qualités thermiques, mécaniques et électriques. Ce matériau possède aussi de bonnes propriétés ignifugeantes et une faible évolution de fumée lors de la combustion. Sa capacité de résistance aux cycles de stérilisation par vapeur répétés en fait un matériau idéal pour des applications médicales ou de contact avec la nourriture (Anses, 2013). La fiche du PEI de la société Underwriters Laboratories Inc. (UL) mentionne des applications électriques/électroniques ainsi qu'une utilisation dans les secteurs aérospatial et automobile.

Les avantages et inconvénients du polyétherimide sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients du PEI

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Excellente stabilité thermique • Bonnes propriétés électriques • Excellente résistance à l'hydrolyse • Bonne résistance aux radiations • Approuvé par la Food & Drug Administration (FDA) en cas de contact avec la nourriture 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût des matériaux et de traitement élevé • Faible résistance aux bases fortes et solvants partiellement halogénés

Le polyétherimide ne fait pas l'objet d'une classification harmonisée de ses propriétés intrinsèques selon le règlement CLP. Aucune donnée toxicologique n'a été enregistrée par des industriels sur le site de l'ECHA.

2.1.10 Poly(acide lactique)

Le Poly(acide lactique) (PLA) est un polyester thermoplastique compostable ayant pour monomères de départ l'acide lactique ou le lactide. Dans le processus de fabrication, on extrait tout d'abord l'amidon à partir de ressources naturelles renouvelables comme la betterave sucrière, la canne à sucre, le blé, le maïs, ou encore cellulose. Le traitement par hydrolyse de l'amidon produit des sucres (glucose, dextrose...) qui sont ensuite traités par fermentation pour convertir ceux-ci en acide lactique.

Le PLA est un bioplastique proposé pour le marché de l'emballage. Des programmes de recherche ont démontré que le PLA pouvait être utilisé dans la fabrication de gobelets jetables, d'emballages et films alimentaires, bouteilles (Anses, 2013).

D'après Futerro, co-entreprise de Galactic et Total Petrochemicals, le PLA est utilisé depuis de nombreuses années dans le domaine des applications médicales comme les fils de suture, les broches orthopédiques ou la galénique.

De plus, le PLA offre la possibilité de pouvoir être dépolymérisé et de revenir au monomère de départ l'acide lactique. Cet acide lactique, après purification, peut être, à nouveau, utilisé pour fabriquer du PLA.

Le PLA présente les avantages et inconvénients suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients du PLA

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes propriétés mécaniques • Biocompostable • Biodégradable • Température de mise en œuvre plus basse • Bonnes propriétés optiques en termes de transparence et de brillance • Propriétés de barrière aux graisses, aux huiles et aux arômes • Niveau de perméabilité à la vapeur d'eau intermédiaire qui permet d'avoir un niveau de respirabilité permettant son utilisation pour l'emballage des légumes prêts à consommer 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragile • Faible résistance mécanique au-delà de 45°C • Sensibilité à l'hydrolyse

L'acide lactique ne fait pas l'objet d'une classification harmonisée de ses propriétés intrinsèques selon le règlement CLP. Les industriels le notifient comme pouvant provoquer une irritation cutanée. Les informations relatives aux notifications de classification des industriels, sont présentées et détaillées en Annexe 2.

2.1.11 Topas® IT X1

La société Topas Advanced Polymers GmbH a répondu à l'appel à contributions lancé par l'Anses en septembre 2011 et a transmis les informations présentées ci-après. Cette société fabrique le produit Topas COC (cyclic olefin copolymers) qui est un copolymère synthétisé à partir d'éthylène et d'une oléfine cyclique le norbornène ou Bicyclo[2.2.1]hept-2-en. Cette réaction permet d'obtenir différents grades de Topas avec des températures de transition vitreuse¹⁰ différentes à partir de différents teneurs en norbornène.

Le Topas COC a une transparence excellente, est rigide mais cassant. Il est déjà utilisé dans les emballages alimentaires, les seringues médicales et les applications optiques par exemple les machines à copier ou les capteurs de pluie dans les voitures. Pour offrir une résistance élevée aux chocs et donc remplacer le polycarbonate en contact avec les produits alimentaires cette société a développé le Topas IT X1, un mélange basé sur un bloc de copolymères de styrène acheté sous le nom de Kraton et d'un grade de Topas COC n°6013S-04.

¹⁰ La transition vitreuse correspond au changement d'état d'un polymère sous l'action de la température et entraînant des variations importantes de ses propriétés mécaniques

Topas IT X1 possède de bonnes propriétés optiques et une résistance aux chocs et peut être utilisé pour les applications médicales et alimentaires : bouteilles et emballages.

Selon l'entreprise les avantages et inconvénients du Topas IT X1 sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients du Topas IT X1

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Bonne transparence • Bonne malléabilité • Bonne résistance aux chocs • Bonne résistance chimique aux composés polaires • Risque plus faible pour les humains comparé aux polycarbonates 	<ul style="list-style-type: none"> • Prix plus élevé que le polycarbonate • Changement de la transparence selon la température (hausse de 8% à 20°C et de 20% à 80°C mesuré pour une plaque de 2mm d'épaisseur) • Faible résistance aux substances non polaires comme huiles ou matière grasse.

L'un des composés du Topas® IT X, le butadiène, est en cours d'évaluation par l'Allemagne dans le cadre du plan d'action communautaire CoRAP car des préoccupations existent sur ses propriétés toxicologiques.

Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification des composants du Topas®, sont présentées et détaillées en Annexe 2.

2.1.12 Matériaux à base de mélamine

Le terme mélamine peut à la fois désigner la substance mélamine mais fait aussi référence à la résine mélamine/formol (MF).

Les matériaux à base de mélamine sont cités comme alternative possible au polycarbonate utilisé dans de la vaisselle, ustensiles de cuisine, vaisselles pour enfants et plateau-repas dans les cantines (Anses, 2013).

Selon le site internet de Matheriautech, les avantages et inconvénients de ces matériaux sont les suivants :

Avantages et inconvénients des matériaux à base de mélamine

Avantages	Inconvénients
Propriétés de résistance : <ul style="list-style-type: none"> • à la chaleur • à la lumière • à l'abrasion du feu 	<ul style="list-style-type: none"> • Prix élevé

La mélamine ne fait pas l'objet d'une classification harmonisée selon le règlement CLP.

En revanche, le formaldéhyde est classé comme suit :

- toxique en cas d'ingestion
- toxique par contact cutané
- provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

- peut provoquer une allergie cutanée
- toxique par inhalation
- peut provoquer le cancer
- susceptible d'induire des anomalies génétiques

Le formaldéhyde fait l'objet d'une co-évaluation par la France et les Pays-Bas dans le cadre du plan d'action communautaire CoRAP.

Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification de la mélamine et du formaldéhyde, sont présentées et détaillées en Annexe 2.

2.1.13 Acrylonitrile-butadiène-styrène

L'Acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS) est un copolymère thermoplastique composé de trois monomères : acrylonitrile, butadiène et styrène.

L'ABS est cité comme alternative possible au polycarbonate utilisé dans la fabrication de vaisselle, d'ustensiles de cuisine et dans les bouilloires électriques (Anses, 2013).

Résinex, fournisseur de thermoplastique, indique sur son site internet que l'ABS est utilisé dans les applications suivantes :

- Grand public : jouets, biens de consommation, téléphones, casques de sécurité
- Automobile : panneaux intérieurs de portière, montants, garnitures de sièges, grilles, tableaux de bord, boîtiers de rétroviseurs
- Électroménager : habillages d'appareils de cuisine, boîtiers d'aspirateurs, panneaux de commande de produits blancs
- Extrusion : feuilles, receveurs de douche, toits de tracteurs, chants de meubles, revêtements de réfrigérateurs, bagagerie

Les avantages et inconvénients de l'ABS sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients de l'ABS

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Rigidité • Aspect agréable (surfaces dures et brillantes) • Bonne stabilité dimensionnelle • Bonne résistance aux chocs et aux rayures • Bonne tenue à la chaleur et à l'humidité • Moulage et formage aisés, décoration et impression facile • Excellent isolant électrique • Résistance aux acides aqueux, aux bases, aux acides chlorhydrique et phosphorique concentrés, aux alcools et aux huiles animales, végétales et minérales 	<ul style="list-style-type: none"> • Opacité • Très électrostatique (nécessité d'agents antistatiques) • Jaunissement à l'extérieur (nécessité d'un stabilisant) • Transparence laiteuse

L'acrylonitrile, le butadiène et le styrène font l'objet d'une classification harmonisée selon CLP. Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification de l'ABS, sont présentées et détaillées en Annexe 2.

2.1.14 Le copolymère TSC-M™

La société hongkongaise CVI Modern Technology Development Ltd. a développé un copolymère sans bisphénol A produit à partir des monomères butadiène et styrène.

Selon le fabricant, ce produit satisfait aux exigences de la FDA (Food and Drug Administration – USA) et de l'Union Européenne pour les applications en contact avec les aliments. Le copolymère TSC-M™ est actuellement utilisé pour la fabrication de contenants alimentaires (bouteilles de lait, gourdes sportives, etc), de jouets (couvres de tubes de bulles de savon, capots de voitures, etc), de pièces pour réfrigérateurs.

Selon le fabricant les avantages et inconvénients sont les suivants (site internet SNA-BPA de l'Ineris) :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Moins onéreux que le polycarbonate (de 2,65 à 2,73 €/kg)• Plus léger (de l'ordre de 16 %)	<ul style="list-style-type: none">• Résistance aux chocs et aux températures élevées moindre

Le butadiène et le styrène font l'objet d'une classification harmonisée selon CLP. Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification de l'ABS, sont présentées et détaillées en Annexe 2.

2.2 Autres matériaux pour remplacer le polycarbonate

Le polycarbonate peut être remplacé par d'autres matières plastiques, tel que présenté précédemment, mais également par d'autres matériaux.

2.2.1 Le verre

Le verre est un matériau alternatif qui peut être utilisé pour remplacer à la fois les polycarbonates et les résines époxydes. Le verre peut être utilisé pour les applications suivantes, en remplacement du polycarbonate (Anses, 2013): biberons, bouteilles réutilisables, gourdes, contenants alimentaires.

Avantages et inconvénients du verre (Anses, 2013, Ineris 2014)

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Recyclable • Biberons faciles à stériliser • Résistant à la durée • Réutilisable • Résistance aux chocs thermiques • Pas de migration entre le contenant et le contenu 	<ul style="list-style-type: none"> • Lourds et fragiles • Coût plus élevé • Coût du recyclage important • Sécurité de l'enfant (cassable)

2.2.2 Les céramiques

Les céramiques sont des matériaux alternatifs qui peuvent être utilisés pour remplacer les polycarbonates pour certaines applications. Les céramiques sont citées comme alternatives possibles au polycarbonate utilisé dans la vaisselle, les ustensiles de cuisine, les plateaux-repas dans les cantines (Anses, 2013).

Les objets en céramique ont une bonne résistance mécanique, résistent aux chocs thermiques, sont d'excellent isolants électriques et peuvent servir de support à des éléments de circuits électriques (constituent les isolateurs des lignes à haute tension). Les céramiques présentent généralement une très grande inertie chimique et résistent bien aux attaques de substances agressives et à l'oxydation.

2.2.3 L'acier inoxydable

L'acier inoxydable est cité comme pouvant être une alternative aux polycarbonates dans les bouteilles et contenants alimentaires. L'utilisation de l'acier inoxydable comme emballage alimentaire convient à tous les types d'aliments (Anses, 2013).

Avantages et inconvénients de l'acier inoxydable

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Convient pour la majeure partie des aliments • Pas de revêtement interne • Bonnes propriétés mécaniques • Bonne résistance à la corrosion • Bonne soudabilité • Amagnétique • Recyclabilité totale • Avantages économiques/durée de vie • Pas d'altération au goût • Facile à fabriquer et à nettoyer 	<ul style="list-style-type: none"> • Certains problèmes de corrosion avec des produits contenant des composants sulfureux naturels ou ajoutés, comme la moutarde et les vins blancs. • Éviter le contact direct des aciers inoxydables notamment avec les denrées ou boissons très acides

2.2.4 Silicone

Il existe des biberons en silicone qui peuvent être une alternative supplémentaire au polycarbonate (Anses, 2013).

Avantages et inconvénients des biberons en silicone

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Paroi souple ce qui permet d'exercer de petites pressions pour aider le bébé	<ul style="list-style-type: none">• Peu répandu• Coûteux

3 Toxicité des substituts au polycarbonate

Comme indiqué précédemment, seules les informations relatives aux monomères ou additifs ont été renseignées dans le présent rapport. Dans le cadre du règlement CLP, les fabricants et importateurs doivent notifier des classifications et étiquetages des substances qu'ils mettent sur le marché. Toutes ces notifications sont regroupées dans une base de données qui est l'inventaire des classifications et étiquetages, tenu par l'ECHA¹¹. Cette obligation de notification s'applique à toutes les substances mises sur le marché dans l'UE :

- si elles sont classées dangereuses, quelles que soient les quantités,
- si elles ne sont pas classées « dangereuses » mais soumises à l'obligation d'enregistrement conformément au règlement REACH (en cas de production ou d'importation à plus d'une tonne par an).

Cet inventaire constitue une source centrale d'informations sur la classification et l'étiquetage des substances pour tous les utilisateurs de produits chimiques. Toutefois, les informations transmises par les industriels et disponibles sur le site de l'ECHA ne sont pas validées par les autorités publiques. De plus, il suffit qu'un seul industriel notifie une classification pour un effet toxique pour que celle-ci apparaisse.

En complément, certaines substances font l'objet d'une classification harmonisée, c'est-à-dire validée par les autorités publiques, selon le règlement CLP et figurent à l'Annexe VI de ce règlement.

Les matières plastiques destinées au contact des denrées alimentaires sont réglementées spécifiquement dans l'Union européenne par le règlement (UE) n°10/2011 du 14 janvier 2011¹² qui inclut notamment une liste positive communautaire de substances autorisées (monomères et additifs hormis les colorants).

Toute utilisation de nouvelles substances (additifs ou monomères) non listées dans le règlement précité requiert un dépôt de dossier d'évaluation auprès de l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments via l'autorité nationale point de contact pour les matériaux destinés au contact des denrées alimentaires, selon la procédure prévue aux articles 9 et suivants du règlement (CE) n°1935/2004 du 27 octobre 2004, ainsi qu'une autorisation par la Commission.

Pour certaines substances comme le copolyester Tritan® et du PET, leurs monomères sont listés dans le règlement (UE) n°10/2011, à savoir :

¹¹ <http://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

¹² Règlement (UE) n°10/2011 du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires

- Pour le copolyester Tritan® : le diméthyltéréphtalate (n°CAS : 120-61-6), 2,2,4,4-tétraméthyl-1,3-cyclobutanediol (n°CAS : 3010-96-6), 1,4-cyclohexanediméthanol (n°CAS : 107-21-1) ; Acide téréphtalique (n° CAS 100-21-0) ; Mono éthylène glycol (n° CAS : 107-21-1).
- Pour le PET, l'éthylène glycol (n°CAS : 107-21-1), Di-éthylène-glycol (n°CAS : 111-46-6), l'acide téréphtalique (n°100-21-0).

Ces constituants sont associés à des restrictions permettant de gérer le risque pour la santé humaine (limites de migration spécifiques, teneurs résiduelles, méthodes de vérification de la conformité...).

Sous réserve de l'autorisation des additifs ajoutés, qui doivent être listés dans le règlement (CE) n°10/2011, du respect des restrictions fixées par ce règlement, et du respect des autres dispositions réglementaires de la réglementation des matériaux destinés au contact des denrées alimentaires, rien ne s'oppose à l'utilisation de ces deux matières plastiques au contact des denrées alimentaires.

4 Conclusion

Au travers des réponses au questionnaire de la DGCCRF, les fabricants ont indiqué que les matériaux de substitution au bisphénol A mis en œuvre ou envisagés en remplacement du polycarbonate étaient principalement : le copolyester Tritan® et le polyéthylène téréphtalate (PET)¹³.

En ce qui concerne les bonbonnes, les représentants des fabricants soulignent que les principaux inconvénients sont :

- pour le copolyester Tritan®, la fragilité mécanique et un vieillissement prématuré lors de l'exposition aux Ultra-Violets (UV) ;
- pour le PET, la nécessité d'adapter certains procédés de nettoyage pour diminuer la température de lavage tout en garantissant une désinfection efficace des bonbonnes.

Les représentants professionnels estiment aussi que malgré les incertitudes encore existantes sur ces substituts, les dispositions de la loi relative au bisphénol A pourront être respectées au 1^{er} janvier 2015. Selon les représentants des fabricants de matières plastiques, la production industrielle des matériaux de substitution au polycarbonate est en effet satisfaisante mais les utilisateurs pourraient ne pas trouver les mêmes niveaux de performance.

¹³ Ceci ne vaut pas pour les biberons, déjà interdits depuis 2010 en France et pour lesquels le principal matériau de remplacement est le Polypropylène (PP) ; des biberons en Polyamide (PA), en polyethersulfone (PES) ou en verre étaient aussi présents sur le marché suite à l'interdiction du polycarbonate (DGCCRF, 2011).

Partie 3 – Substitution du Bisphénol A dans les matériaux en résines époxydes

1 *Présentation des matériaux résines époxydes*

Le bisphénol A est utilisé dans la synthèse de résines, il s'agit notamment des résines vinylesters, phénoplastiques, phénoliques, de polyesters insaturés et les résines époxydes. 1/3¹⁴ du BPA est utilisé pour la production de résines époxydes. Elles sont formées de deux composants minimum, une résine et un durcisseur. Le terme époxyde désigne une grande variété de prépolymères comportant un ou plusieurs motifs époxyde, qui après polycondensation avec un durcisseur, conduisent à des produits thermodurcis.

Il existe un grand nombre de résines époxydes différentes, en fonction des réactifs utilisés dans la réaction. Ces réactifs comprennent les composés polyphénoliques, les mono et diamines, les amino-phénols, les imides et amides hétérocycliques, les diols aliphatiques et les polyols et les dimères d'acides gras.

Le BPA est utilisé dans la fabrication de vernis époxydes thermodurcissables, présentant une stabilité thermique et une stabilité chimique, qui permettent notamment aux boîtes de conserves de résister plusieurs années et de garantir la sécurité microbiologique des aliments. Ces vernis peuvent aussi avoir pour rôle de préserver les qualités organoleptiques de l'aliment.

Le diglycidyl éther de bisphenol A (DGEBA, ou BADGE) est la résine époxyde la plus utilisée (95 % des résines époxydes en tonnage mondial), synthétisée à partir de bisphenol A et d'épichlorohydrine. Cette dominance de résines époxydes a pour origine son relatif bas prix et son adéquation à de nombreuses applications.

Les résines époxydes sont utilisées pour leur capacité de protection contre la corrosion et leur stabilité thermique :

- dans les revêtements protecteurs dans les domaines de l'industrie automobile et maritime
- dans les peintures anti-corrosives
- pour la fabrication de circuits imprimés en lamine (flexible), de semi-conducteurs encapsules et composites structurants, etc.
- pour une application en croissance telle que les encres lithographiques et les résines photosensibles pour l'industrie électronique

Les applications des résines époxyde dans le domaine alimentaire, outre le revêtement des boîtes de conserve, portent aussi sur certains ustensiles et appareils de cuisine, pour les professionnels ou pour les particuliers. Quelques exemples :

- outils coupants possédant une partie en résine (coupe-oeufs, coupe-frite, presse-ail)
- revêtement d'ustensiles de cuisson

Les résines époxydes peuvent être utilisées dans les adhésifs : colles grand public et multi-usages, colle et mastics pour les travaux publics, mortier pour pose de carrelage et pour sols...

¹⁴ D'après l'European Risk Assessment Report, 2010, les résines époxydes représentaient 191 520 tonnes de bisphénol A utilisées par an (chiffres 2005/2006).

Selon le CTCPA, les vernis à base de résines époxydes-phénoliques ont été mis au point dans les années 1970 et ces quarante années d'utilisation ont permis aux industriels¹⁵ de faire évoluer ces vernis et de leur faire atteindre un niveau de fiabilité industrielle. Selon les représentants des fabricants de l'emballage métallique ces vernis sont efficaces, fiables et robustes.

Selon les représentants industriels, les secteurs concernés par la loi sont :

- les conserves : fruits, légumes, plats cuisinés, foie gras, poissons, condiments, etc ;
- les boîtes/canettes de boissons : sodas, eaux minérales, bières, boissons énergisantes, boissons mixtes (sodas/alcools, vins) pour environ 4 milliards de boîtes ;
- les capsules pour : vins, alcools, sodas, eaux minérales, bières, champagnes, bières... et les couvercles pour conserves en verre, confitures, préparations pour la petite enfance, condiments... (environ 4 milliards d'unités) ;
- les aérosols alimentaires : crèmes, assaisonnements... ;
- les préparations pour la petite enfance : lait en poudre, compotes, additifs alimentaires... ;
- les boîtes promotionnelles : bidons alimentaires (sirops), boîtes à gâteaux, à confiseries, sucreries, bidons pour huiles et assaisonnements.

Focus sur :

Les boîtes de conserves

Les représentants des industries agroalimentaires ont indiqué à la DGCCRF que l'industrie de la conserve représente plus d'une centaine d'entreprises à caractère industriel, pour un chiffre d'affaires de l'ordre de 4,5 milliards € dont 1,2 destinés à l'exportation, et environ 30 000 salariés permanents. La production annuelle varie selon l'importance de la production agricole, mais oscille autour de 1,2 million de tonnes, soit plus de 3 milliards d'emballages.

La France est le premier pays consommateur de conserves au niveau européen, avec plus de 50 kg par habitant et par an, soit 2 fois plus que la moyenne européenne.

Toutes les filières fabriquant des conserves appertisées sont concernées (emballages métalliques, bocaux en verre fermés avec des capsules métalliques) et les filières concernées sont très nombreuses : légumes, plats cuisinés, foies gras, tomates, fruits, champignons, poissons, etc.

Les boîtes boissons :

L'activité de brasserie est impactée par la loi à 80 %, pour un chiffre d'affaires de 2,5 milliards d'euros [20 % des volumes pour les boîtes métalliques et plus de 60 % pour les bouteilles en verre (capsules)].

¹⁵ Ce secteur représente le 3ème secteur industriel français dans le domaine de l'emballage. Une quarantaine d'établissements de production, réalisant 1,5 milliards d'euros de chiffre d'affaires, génèrent 20.000 emplois sur 34 sites industriels répartis en France et représentent plus de quinze milliards d'emballages par an.

Le chiffre d'affaires impacté pour le secteur des jus de fruits est d'environ 220 millions d'euros qui se répartissent entre les canettes (5,6 millions d'euros) et les bouteilles en verre (216 millions d'euros).

Les boissons rafraîchissantes sans alcool sont également concernées. Le chiffre d'affaires de ce secteur est de 4,7 milliards d'euros, les canettes occupant 21 % du marché.

2 Alternatives identifiées pour l'usage résines époxydes

Suite à la promulgation de la loi n°2012-1442 du 24 décembre 2012, l'industrie agroalimentaire a indiqué à la DGCCRF s'être investie en liaison avec ses fournisseurs d'emballages dans la recherche de solutions de substitution. Certaines entreprises se sont engagées dans la substitution au fur et à mesure de l'avancée des travaux parlementaires, ou suite à l'avis de l'Anses d'octobre 2011, tandis que d'autres entreprises notamment de petite taille n'ont entamé ce travail qu'à la suite de l'adoption de la loi.

Le secteur des conserves a globalement engagé une démarche collective, en lien avec les fabricants et les centres techniques (Centre technique de la conservation des produits agricoles et Confédération des industries de traitement des produits des pêches maritimes et de l'aquaculture), dans le but de mutualiser les essais et les résultats pour chaque matrice, du fait de la multiplicité des produits et recettes et de la longue durée de vie des produits appertisés (jusqu'à 5 ans).

L'industrie agroalimentaire précise que les étapes de substitution comportent des phases en laboratoire qui permettent une première validation des solutions au regard des exigences de sécurité et de goût, suivies de phases de tests à grande échelle sur les lignes de production. Cinq étapes peuvent être distinguées : les premières étapes concernent les fabricants de boîtes métalliques et les dernières se font en partenariat entre les fabricants de boîtes et l'industrie agro-alimentaire. Le contenu de ces étapes est détaillé en Annexe 6.

Comme précédemment, les données sur alternatives présentées ci-après sont pour partie issues du rapport de l'Anses de 2013, actualisées et complétées par les travaux de la DGCCRF et de la DGPR menés au premier semestre 2014.

Chaque alternative détaillée ci-après pour les résines époxydes, peut être :

- une substitution par un autre polymère/résine,
- une substitution par un autre matériau.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des alternatives identifiées pour l'usage résine époxydes

	Alternatives	Usages
Matériaux au contact des denrées alimentaires		
Autres résines	Polyesters (Exemple : Polykoat®)	Revêtement d'emballages métalliques à usage alimentaire : intérieur des canettes et boîtes de conserve
	Polypropylène carbonate	Emballages alimentaires, intérieur des canettes de bières et sodas, boîtes de conserves, contenants alimentaires
	Oléo-résines	Revêtement intérieur des boîtes de conserve et des canettes

	Résine de Chemsud	Canettes
	Verdanol	Revêtement pour emballages flexibles, revêtement pour emballages externes et rigides comme les canettes et les bouteilles
	Résine à base d'isosorbide	Revêtement intérieur des boîtes de conserves et des canettes, des bouchons et couvercles métalliques de bouteilles et bocaux en verre
	Acrylique	Boîtes métalliques
	Vinyle	Boîtes métalliques
	PET	Aucun détail mentionné
	Résine Duroftal	Revêtement intérieur et extérieur des boîtes de conserve
Autres matériaux	Verre	Bocal, bouteille, emballages alimentaires
	Tetrapack®	Briques cartonnées pour remplacer les boîtes de conserves et canettes
	Doypack® Sachets	Sachets souples pour remplacer les boîtes de conserves et canettes
Revêtement et isolation		
Autres résines	Résine de Chemsud	Isolation, revêtement
	Polyuréthanes (Exemple : Souplethane WP)	Installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) : revêtement intérieur de canalisations et de réservoirs d'eau potable, de ballons d'eau chaude sanitaire, etc. Canalisations d'eaux usées (égouts), d'eaux industrielles, d'eau de mer, circuits d'eau chaude (chauffage)... Étanchéité de locaux techniques
	Résines SPR	Encapsulation de câbles électriques, film mince comme peintures, revêtement de sols industriels, revêtement de canalisation d'eau potable (sous réserve d'attestation)
	Polyacrylates	Revêtement pour les sols, isolation électrique
Autres secteurs		
Autres résines	Résine de Chemsud	Aéronautique, défense, peinture
	Biolignine™	Adhésifs
	Résine UVL-Eco Resin	Application nautisme

2.1 Autres résines

2.1.1 Polyesters

Les résines de polyester sont utilisées pour le revêtement intérieur des canettes et boîtes de conserve en remplacement des résines époxydes (Anses, 2013).

Ces résines ne conviennent pas aux aliments acides (Anses, 2013). Les liaisons des polyesters ont tendance à s'hydrolyser ce qui engendre au niveau des revêtements une perte de leurs propriétés de résistance et de performance pouvant même aller jusqu'à la perforation dans le pire des cas (Anses, 2013).

La durée de vie des conserves (2-3 ans) est inférieure à celle des conserves avec une résine époxydes à base de BPA (5 ans).

Le polyester n'est pas classé selon le règlement CLP. Aucune donnée toxicologique n'a été enregistrée par des industriels sur le site de l'ECHA.

Exemple : le Polykoat®

Le Polykoat® de la société Design Analysis (société américaine) est utilisé en tant que revêtement interne d'emballages métalliques à usage alimentaire, réglementé par l'U.S. FDA selon le code des réglementations CFR (sections du code 21 CFR 175.300 et 21 CFR 177.1660 – tous les polymères, 21 CFR 178.3570 – Surface lubrifiante, 21 CFR 178.3910 (b) – Lubrifiant matières premières). Toutes les matières premières utilisées sont en accord avec la réglementation américaine.

Les avantages et inconvénients du Polykoat®, recensés dans la fiche technico-économiques de l'Ineris sur les bisphénols S et F sont les suivants (Ineris, 2014) :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Sans COV.• Sa fabrication consomme 50 % d'énergie en moins qu'une résine époxy et son coût de production est moindre (selon fabricant).• Performances comparables aux époxy (à confirmer pour les aliments acides).	La couche intérieure polyester risque de poser un problème d'hydrolyse avec alimentation acide.

2.1.2 Polypropylène carbonate

Le polypropylène carbonate (PPC) peut être une alternative au BPA. La société Novomer propose de synthétiser ce polymère en faisant réagir de l'oxyde de propylène avec du dioxyde de carbone en présence d'un système catalytique (Anses, 2013).

Selon le site internet de la société Novomer, celle-ci en collaboration avec l'entreprise DSM met au point la commercialisation de polyols de PPC pour les revêtements. Ce produit peut être une alternative au BPA dans les emballages alimentaires (Anses, 2013).

Ce polyol PPC peut être utilisé à l'intérieur des canettes de bières et de soda, ou dans les boîtes de conserves ou dans les contenants alimentaires (Anses, 2013).

Selon le site internet de l'entreprise Novomer, d'autres sociétés ont déjà synthétisé ce polymère, mais le système catalytique de Novomer présente quelques avantages et inconvénients mentionnés par l'entreprise et détaillés ci-après (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients du matériau polypropylène carbonate de la société Novomer

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • La réaction se produit à des températures et pressions moyennes (valeurs non renseignées), ce qui requiert moins d'énergie pour la synthèse • Le système catalytique de Novomer est 25 fois plus actif que les précédents systèmes développés pour synthétiser le PPC, ce qui permet d'obtenir des temps de réaction maîtrisables • Faible coût : le système catalytique n'utilise pas de métaux précieux, mais de simples molécules organiques ce qui est moins onéreux • Le PPC peut être synthétisé dans une gamme de poids moléculaires précis, ce qui permet de l'utiliser dans des matériaux ajustés pour des applications industrielles spécifiques • Respectueux pour l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'inconvénient mentionné par la société Novomer, ni identifié dans la bibliographie

Dans sa fiche technico-économique sur les Bisphénols F et S, l'Ineris indique que ce matériau thermoplastique a une température de transition vitreuse entre 40 et 50°C, qui rend son utilisation incompatible pour des articles devant être chauffés (biberons, vaisselle, électroménager) (Ineris, 2014).

Les informations relatives aux classifications harmonisées et les notifications de classification des composants du PPC, sont présentées et détaillées en Annexe 2. L'oxyde de propylène fait notamment l'objet d'une classification harmonisée au regard de ses propriétés cancérigènes.

2.1.3 Oléo-résines

Les oléo-résines¹⁶ englobent des mélanges variés d'essences (ou huiles essentielles) et de résines, de consistance molle ou semi-liquide, partiellement volatils et entraînés par la vapeur d'eau. Leur constitution, très variable, correspond à celle des essences et des résines. On y trouve notamment des alcools, des acides et des aldéhydes aromatiques, des esters et de nombreuses substances terpéniques (Anses 2013).

Les oléo-résines sont présentées comme pouvant être une alternative aux résines époxydes utilisées dans le revêtement intérieur des boîtes de conserve et des canettes (Anses, 2013). Selon la littérature, les oléo-résines ne conviennent pas aux produits très acides tels que les tomates. De plus utiliser des oléo-résines augmente le coût de 14 % par rapport à l'emploi de produits standards industriels à base de BPA (Anses, 2013).

¹⁶ Une oléo-résine est une sécrétion naturelle telle que les exsudats des conifères, des copaiers et des élémis, formée d'une essence et de la résine résultant de l'oxydation de cette essence.

Industriellement la société Eden Food utilise un mélange d'huiles et de résines extraites de pins et de sapins dans le cadre de la substitution des résines époxydes dans des boîtes de conserves de haricots (Anses, 2013).

Les données concernant la classification CLP et notifications de classification n'ont pas été renseignées.

2.1.4 Résines Biosourcées

Résines Chemsud

Chemsud, Chaire de Chimie Durable de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, a répondu à l'appel à contributions lancé par l'Anses en septembre 2011.

L'équipe de Chemsud a travaillé sur la substitution des résines à base de BPA dès 2008 avec pour principal objectif d'utiliser des matériaux aromatiques biosourcés. Un brevet a été déposé (FR 2946049) (Chaire européenne de chimie nouvelle pour un développement durable 2010) sur l'élaboration de résines époxydes sans BPA dans le cadre de travaux de recherche. Ce brevet porte sur l'époxydation de composés phénoliques obtenus à partir d'une grande variété de biomasse (bois, vignes, fruits, légumes, épices, algues...) afin d'obtenir un prépolymère époxyde (Anses, 2013). Il s'agit de résines époxydes aromatiques sur des bases d'extraits de flavonoïdes, tanins ou acides phénoliques.

La chaire avait, en 2011, développé une résine à base de polyphénols issus de tanins (catéchine et isomères) et contractualiser avec une société utilisatrice de canettes pour boissons. Aucune information complémentaire sur le vieillissement de ce type de résine n'a été communiquée par Chemsud à ce jour.

Les avantages et inconvénients de cette résine sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients de la résine de Chemsud

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Propriétés de résistance mécanique élevées• Propriétés de résistance chimique élevées• Propriétés de résistance thermique élevées	<ul style="list-style-type: none">• Pas d'inconvénient identifié à ce jour

Depuis 2011, Chemsud a poursuivi ses travaux de recherche et propose plusieurs substituts selon les propriétés recherchées :

- Résines à partir de tanins de thé
- Résines à partir d'huile de noix de cajou
- Résines à partir de Vanilline

Ces résines peuvent être utilisées dans les secteurs de l'aéronautique, la défense, le bâtiment, l'isolation, la peinture, le revêtement, l'alimentation.

D'après Chemsud, leurs derniers travaux sur les résines à base de vanilline semblent très prometteurs. En effet, la vanilline biosourcée est obtenue à partir de la lignine, présente principalement dans les plantes vasculaires et dans quelques algues, dont les volumes mondiaux sont colossaux. Extraite des plantes, cette molécule permettrait de valoriser les déchets végétaux, source renouvelable, plutôt que de puiser dans les réservoirs pétroliers, comme c'est le cas actuellement pour la fabrication des résines époxydes.

Par ailleurs, la vanilline n'est pas dangereuse et elle permet d'obtenir des composés difonctionnels, ce qui est très intéressant pour obtenir également des adduits¹⁷.

Autres résines biosourcées

Il existe de nombreux autres projets de recherche de résines biosourcées. Pour exemple, l'Unité Mixte de Recherches Sciences Pour l'Œnologie (UMR SPO) de Montpellier a développé une résine époxyde à partir d'écorce de Douglas dans le but, à l'heure actuelle, de créer des revêtements de sol ou des bouchons.

Un brevet a été déposé en 2010 puis deux nouveaux brevets auraient été déposés fin mai 2014. Les tests sur l'effet « perturbateur endocrinien » se sont révélés négatifs pour certaines molécules.

Un partenariat public-privé a été mis en œuvre avec des industriels. Une demande de financement a été déposée au Fonds Unique Interministériel. Si le partenariat est accepté, le but sera dans un premier temps de développer le projet à l'échelle pilote (avec des entreprises locales), puis à l'échelle industrielle.

De même, des chercheurs d'AgroParisTech et de l'Inra viennent de mettre au point une résine où le bisphénol A est remplacé par de l'acide férulique, une molécule biosourcée obtenue à partir de la pulpe de betterave et des sons de blé. Un brevet a été déposé en 2013, les tests pour l'effet « perturbateur endocrinien » se sont tous révélés négatifs.

Une rencontre est prévue avec la société Roquette, spécialiste de la transformation de matières premières végétales, mentionnée précédemment, pour tester une application à l'échelle industrielle.

2.1.5 Biolignine

La BiolignineTM est une marque déposée de la lignine extraite par le procédé CIMV (Compagnie Industrielle de la Matière Végétale). La société CIMV, contactée en 2011 par l'Anses dans le cadre des travaux relatifs à l'identification des alternatives au BPA et a communiqué les informations présentées ci-dessous.

La lignine est généralement considérée comme un biopolymère complexe à extraire et de structure complexe, puisqu'elle est modifiée par le mode d'extraction. La technologie CIMV est la seule à proposer sur le marché, une lignine pure et non dégradée et/ou modifiée.

Le procédé d'extraction de la lignine proposé par le CIMV a été mis au point à partir de 1998 afin d'extraire la lignine du végétal. Le matériau BiolignineTM nécessite peu d'étapes de transformation et sert d'élément de base pour la fabrication de nombreux produits, aujourd'hui réalisés à partir du raffinage et de la transformation du pétrole

La BiolignineTM peut être utilisée pour fabriquer des résines époxydes dans lequel le BPA est remplacé par de la lignine. De manière générale la lignine permet de remplacer le phénol.

Le matériau BiolignineTM nécessite peu d'étapes de transformation et sert d'élément de base pour la fabrication de nombreux produits, aujourd'hui réalisés à partir du raffinage et de la transformation du pétrole.

¹⁷ En chimie un adduit est le produit d'une réaction d'addition entre deux unités moléculaires distinctes donnant un produit unique qui contient tous les atomes initiaux mais liés différemment entre eux.

Sur son site internet, le CIMV indique que les résines époxydes à base de Biolignine™ peuvent être utilisées dans :

- Colles sans formaldéhyde, ni phénol : pour panneaux de particules, stratifiés et contre-plaqués.
- Plasturgie verte : polyuréthanes, polyesters, résines phénoliques, résines époxy.

Selon la société, ce produit ne présente pas de contre-indications pour des usages alimentaires, mais il n'a pas fait l'objet d'études particulières dans ce domaine.

Les avantages et inconvénients de la Biolignine™ sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients de la Biolignine™

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Substitution directe du groupement phénolique dans la plupart de ses applications industrielles (règlement REACh) • Réduction massive des émissions de gaz à effet de serre : substitut direct des produits d'origine pétrolière • Produit directement utilisable par les industriels • Produit de base parfaitement défini • Il s'agit de polyphénols naturels de bas poids moléculaire, avec une structure phénolique et une réactivité connue et stable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les matériaux obtenus à l'aide de résine à base de lignine sont de couleur marron, donc gênante pour certaines applications (ex : pièces visibles de couleur claire)

La société prévoyait en 2011 le démarrage de la production pour le début de l'année 2014, avec une capacité de 35 000 tonnes/an de Biolignine™. Aucune information n'a pu être obtenue à ce sujet à l'heure actuelle.

2.1.6 Polyuréthanes

Les domaines d'emploi des résines polyuréthanes peuvent être les suivants :

- Installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH)¹⁸
- Revêtements intérieurs de canalisations et de réservoirs d'eau potable en béton, en acier ou en fonte ; réhabilitation de canalisations en plomb dans les immeubles
- Accessoires, pour recouvrir les parties métalliques (essentiellement robinetteries et pompes)
- Solutions d'ensimage des fibres de verre utilisées pour le renfort de matériaux organiques
- Modules de filtration (embotage des modules d'ultrafiltration à fibres creuses notamment)
- Ballons d'eau chaude sanitaire
- Canalisations d'eaux usées (égouts), d'eaux industrielles, d'eau de mer, circuits d'eau chaude (chauffage)
- Etanchéité de locaux techniques
- *Etc.*

¹⁸ Afssa (21 novembre 2008) : Avis relatif à l'évaluation des expositions et des risques sanitaires liés au bisphénol A dans l'eau destinée à la consommation humaine (Saisine n° 2008-Sa-0141 bis)

Exemple : La résine Souplethane WP

La société Kemica, contactée en 2011 par l'Anses dans le cadre des travaux relatifs à l'identification des alternatives au bisphénol A et en 2014 pour l'actualisation des données du rapport de l'Anses, a communiqué les informations détaillées ci-après. Cette entreprise propose la résine Souplethane WP comme alternative aux résines époxydes pour le revêtement.

La résine Souplethane WP proposée par la société KEMICA est une résine polyuréthane aromatique bi-composant sans solvant et sans odeur. Elle se compose d'un mélange de polyols et d'isocyanates dans les proportions 3/1. Elle contient également un mélange de polyalcools et d'amines.

Cette résine dispose d'une attestation de conformité sanitaire (ACS)¹⁹ (N° 10 MAT NY 076) délivrée pour un rapport surface/volume (S/V) utilisé lors des essais de migration en laboratoire de 60 cm²/L. Elle est autorisée notamment pour le revêtement intérieur de réservoirs d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) et de canalisations d'EDCH de diamètre extérieur supérieur à 63 mm mais n'est pas autorisée pour le revêtement intérieur de canalisations d'EDCH de diamètre extérieur inférieur à 63 mm. Elle peut être également utilisée pour :

- revêtement interne de canalisations d'eau de mer (pour usines de dessalement de l'eau de mer)
- revêtement de réservoirs béton stockant de l'eau de mer
- revêtement interne de canalisations transportant des eaux usées
- revêtement interne de réservoirs de STEP (l'eau traitée se retrouve dans l'environnement, et sera donc exempte de Bisphenol A)
- revêtement interne de ballons d'eau chaude sanitaire : essais en cours actuellement avec des fabricants

Selon l'entreprise tous les composants de la résine Souplethane WP sont enregistrés sous REACh et n'ont pas d'incidence néfaste sur la santé et l'environnement.

La société développe actuellement le procédé de projection électrostatique²⁰ pour la résine Souplethane WP ce qui permettra de viser les applications de revêtement d'équipements immergé dans l'eau potable (vannes, pompes, etc) et le revêtement de contenants alimentaires.

Selon cette entreprise les avantages et inconvénients de la résine Souplethane WP sont les suivants (Anses, 2013) :

¹⁹ L'attestation de conformité sanitaire (ACS) permet d'évaluer l'aptitude d'un matériau ou d'un objet à entrer au contact d'une eau destinée à la consommation humaine, au regard des dispositions réglementaires.

²⁰ Procédé classique des revêtements poudre : le poudrage électrostatique consiste à pulvériser de la poudre chargée électriquement sur une pièce à la masse et de faire fondre ensuite la couche de poudre ainsi formée dans un four de fusion.

Avantages et inconvénients de la résine Souplethane WP selon la société Kemica

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Aptitude à étancher des fuites de canalisations de 5mm à 1cm de diamètre • Résine structurant : elle renforce mécaniquement une canalisation dégradée • Facilité d'écoulement des fluides (augmentation du débit dans une même canalisation de près de 30%) • Application possible en une seule couche de 5mm d'épaisseur • Grande résistance chimique et à la diffusion des liquides et gaz • Résistant aux attaques bactériennes • Résistant aux agents chimiques concentrés, y compris le chlore • Tenue à la température de l'eau en immersion : 95°C • Tenue au pH de 1 à 13 • Réparable manuellement • Applicable manuellement ou par projection mécanique • Pas d'odeur lors de la mise en œuvre • Sur support béton, pontage des fissurations jusqu'à 4 mm d'ouverture • Polymérisation à basse température 	<ul style="list-style-type: none"> • Comme toute résine bi-composant, nécessite un soin attentif à la mise en œuvre (respect du dosage) • Nécessite un support sec pour l'application. • Ne résiste pas aux hydrocarbures raffinés aromatiques.

La société Kemica indique qu'actuellement beaucoup de canalisations sont revêtues avec résine époxy donc contenant du Bisphénol A et, étant donnée l'absence de réglementation à ce sujet, les nouvelles canalisations continuent d'être revêtues avec ces résines.

Un mini dossier sur le site internet « Service national d'assistance à la substitution du BPA » de l'Ineris confirme ces informations. Le gainage ou le chemisage des conduites d'eau potable utilisent souvent une résine époxy dont le monomère principal est le Bisphénol A Diglycidyl Ether (BADGE), et qui peut libérer du BPA. Ces procédés consistent à insérer un revêtement étanche à l'intérieur de la conduite, ce qui permet ainsi d'éviter de remplacer les conduites d'eau dégradées par des conduites neuves et limite donc les coûts. Si, à l'heure actuelle, peu d'analyses ciblant la composition chimique de l'eau provenant des canalisations gainées existent, la migration du BPA et du BADGE dans l'eau a déjà été rapportée dans plusieurs cas où la résine époxy n'a pas été mélangée correctement ou n'a pas disposé d'un temps de séchage suffisamment long. En Allemagne, il a été montré que la quantité de BPA contenue dans l'eau augmente en fonction de la température des conduites ou de la température de l'eau, ainsi plusieurs rapports font état de concentrations de BPA supérieures à 30 µg/L (microgrammes par litre) dans une eau chauffée à 70°C. Des niveaux de BPA allant jusqu'à 280 µg/L ont été mesurés dans les canalisations d'eau chaude à la suite d'une opération de gainage dont la mise en œuvre a présenté des dysfonctionnements.

D'après la société Kemica, VEOLIA a interdit depuis 4 ans l'emploi des époxydes comme revêtement de réservoirs en raison de la présence du BPA dans celles-ci.

2.1.7 Verdanol

La société Verdex Ltd a répondu à l'appel à contributions lancé par l'Anses en septembre 2011 et a communiqué les informations présentées ci-après. Cette entreprise propose, comme alternative « verte » aux résines époxydes à base de BPA, des formulations appelées Verdanol. Ces formulations sont différentes en fonction du support sur lequel elles doivent être appliquées. Ces formulations sont toutes basées sur des dérivés de plantes époxydesdiques et des polyols.

Les Verdanol sont composés à 100 % de systèmes monomères/oligomères et ne contiennent aucun solvant et autres composés organiques volatils.

Selon l'entreprise, en 2011, tous les composants du Verdanol étaient préenregistrés sous REACH, en vue d'un prochain enregistrement. La société indique également que ces formulations sont classées sous le règlement CLP. Aucune information complémentaire n'a été transmise par l'entreprise à ce sujet.

La production des Verdanol était en 2011 de 10 à 100 tonnes par an avec des capacités de production pouvant aller au-delà de 10 000 tonnes si nécessaire.

L'entreprise indique les applications suivantes de ce produit (Anses, 2013) :

- La flexographie : procédé d'impression en relief
- Les revêtements pour les emballages flexibles comme le film plastique, le papier, l'aluminium...
- Les revêtements pour les emballages externes et rigides comme les canettes et bouteilles

Ce produit peut techniquement être utilisé pour les revêtements intérieurs des canettes et boîtes de conserve. En 2011 ce produit n'avait pas encore été évalué par la Food Drug Agency, l'autorité de santé américaine, pour l'usage contact alimentaire.

Selon l'entreprise, les avantages et inconvénients de cette alternative sont les suivants (Anses, 2013) :

Avantages et inconvénients du Verdanol selon l'entreprise Verdex Ltd

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Faibles énergies de séchage (températures basses / moins de cycles de séchage)• Requier une seule couche de revêtement (comparé aux systèmes existant et multicouches)• Moins cher : économiquement plus avantageux par rapport aux solutions existantes	<ul style="list-style-type: none">• N'a pas le statut contact alimentaire

2.1.8 Résine UVL-Eco Resin

La société Dragonkraft propose une alternative aux résines époxydes à base de BPA, par fabrication d'une résine obtenue à partir d'huile de lin et thermdurcissable au moyen d'une lumière ultra-violette. Il s'agit de la résine UVL Eco-Resin. Cette société a été contactée en 2011 par l'Anses dans le cadre des travaux relatifs à l'identification des alternatives au BPA.

La résine UVL Eco-Resin est composée de 95% d'huile de lin (Anses, 2013). L'alternative proposée par cette société est une résine de stratification et non une colle. Cette résine est utilisée pour la construction de bateaux, pour la carrosserie de voitures, pour des panneaux publicitaires, pour des cartes de visite, pour des étiquettes (Anses, 2013).

Les avantages et inconvénients de cette résine n'ont pas été identifiés dans la littérature étudiée et n'ont pas été communiqués par l'industriel.

2.1.9 Résine SPR

La société Inventive Solutions, contactée dans le cadre des travaux relatifs à l'identification des alternatives au BPA, a communiqué en 2011 les informations présentées ci-après. Cette entreprise propose une alternative aux résines époxydes, dont le dépôt de brevet était en cours à l'époque.

L'entreprise indique que l'alternative aux résines époxydes contenant du BPA n'est pas facile à mettre en place dans certains domaines. En effet, les applications des résines époxydes sont diverses et variées et il existe deux grandes familles de résines : les résines époxydes durcissant à froid et les résines époxydes durcissant à chaud.

Les développements de l'entreprise se concentraient sur des applications à froid potentiellement dans deux domaines :

- Les résines pour l'encapsulation de câbles électriques dans le cadre de boîte de jonction, de composants électroniques et les déchets de centrales nucléaires (notamment l'encapsulation des résines échangeuses d'ions).
- Les résines pour les revêtements de sols, pour le transport de l'eau potable (canalisations, château d'eau et systèmes drainants de type hydroway), sous réserve d'obtenir les agréments pour ces usages.

Pour ces deux domaines d'application, une famille de résines de nouvelle génération sans BPA, déclarée par l'industriel sans perturbateur endocrinien (nonyl phénol), et sans isocyanate a été mise au point. Il s'agit des résines SPR (SpiderR : Araignée). En effet, les résines SPR construisent des mini réseaux qui s'enchevêtrent pour former un réseau polymérique afin de construire un édifice tel une toile d'araignée selon le type de fonctionnalité (tri, tétra, penta et hexafonctionnelle). L'industriel précise que les composants sont enregistrés sous REACH.

L'entreprise a indiqué à l'Anses que les résines SPR peuvent offrir deux alternatives :

- Résines SPR bi-composants :

La gamme SPR bi-composants est composée d'une résine SPR et d'un durcisseur de type Amine, en règle générale. Ces durcisseurs sont très proches de ceux utilisés pour les résines époxydes. La gamme SPR peut aussi bien être utilisée pour des produits de masse (mastics, encapsulation de câbles électriques), que pour des couches minces de type peintures. Les résines SPR pour l'encapsulation des câbles électriques étaient, en 2011, en cours de brevetabilité. Les propriétés physico chimiques ainsi que les caractéristiques mécaniques et diélectriques sont très proches, voire supérieures à celles des résines époxydes. L'industriel indique que les résines SPR sont généralement étiquetées non irritantes et qu'elles n'ont jamais la dangerosité des résines époxydes. Elles sont sans COV et non dangereuses pour l'environnement.

Quant aux durcisseurs, ils sont généralement irritants voire corrosifs, comme dans les systèmes époxydes.

- Résines SPR mono-composants réticulables aux UV :

Pour les revêtements de sols industriels, la société propose d'utiliser la gamme SPR UV, mono-composant qui réticule aux UV. Ces systèmes sont sans BPA et sans COV. Cette gamme peut également être utilisée pour le transport de l'eau potable sous réserve d'obtenir les agréments pour cet usage. Les avantages et inconvénients de ces résines n'ont pas été communiqués par l'industriel (Anses, 2013).

2.1.10 Résine à base d'isosorbide

L'isosorbide est un matériau à base d'amidon de maïs et blé pouvant se substituer au BPA pour la fabrication de résine époxyde thermodurcissable (Ineris, 2014). Il est agréé contact alimentaire par l'EFSA.

Ces résines à base d'isosorbide peuvent être utilisées pour les applications suivantes : revêtement intérieur des boîtes de conserves et des canettes, des bouchons et couvercles métalliques de bouteilles et bouchons en verre. Des résines à base de diglycidyl éther d'isosorbide peuvent remplacer les résines époxydes à base de BPA dans les boîtes de conserve et les canettes (Anses, 2013).

Les principaux inconvénients de ces résines à base d'isosorbide sont la stabilité chimique et la teneur en eau résiduelle obtenues, qui peuvent ralentir leur développement industriel (Anses, 2013). Il existe des controverses sur la durabilité des résines à base de maïs, qui ne présenteraient par ailleurs pas une résistance thermique similaire à celle à base de BPA (Ineris, 2014).

2.1.11 Polyacrylates

Les résines polyacrylates appartiennent à la famille des thermoplastiques. Les monomères conduisant à ces résines polyacrylates, sont des esters de l'acide acrylique et peuvent être classés en quatre catégories : monomères d'acrylates monofonctionnels, monomères d'acrylates multifonctionnels, prépolymères et cyanoacrylates.

Ces résines sont utilisées dans (Anses, 2013) :

- Les produits utilisés en dentisterie
- L'art graphique
- Les revêtements
- Les colles et adhésifs
- Les matières plastiques.

Les polyacrylates ont été identifiés comme alternative potentielle aux résines époxydes dans les revêtements des contenants alimentaires et des boissons. Après plusieurs recherches sur ces substances, les polyacrylates évoqués semblent être utilisés pour des revêtements pour les sols et l'isolation électrique mais pas pour le contact alimentaire (Anses, 2013).

En 2011, le Syndicat National des Fabricants De Boîtes Emballages et Bouchages Métalliques (SNFBM) indiquait que les polyacrylates étaient en cours d'essais dans leur industrie pour certaines applications. Aucune information complémentaire n'a été apportée à ce jour.

La fiche technico-économique de l'Ineris sur les bisphénols S et F indique que les inconvénients de ce matériau réside dans le fait que :

1. Les monomères acrylates sont classés : R51/53 (Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique).
2. Les esters monoalkyle ou monoaryle ou monoalkylaryl de l'acide acrylique sont classés : R36/37/38 (Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau).

L'Ineris mentionne la possibilité que ces monomères puissent migrer vers le contenu (Ineris, 2014)

2.1.12 Le polyéthylène téréphtalate

Les données sont disponibles dans le paragraphe Polyéthylène Téréphtalate présenté dans la partie « Alternatives identifiées pour le remplacement des matériaux en polycarbonate ».

Le PET a été identifié comme alternative aux résines époxydes. Toutefois aucune information complémentaire n'est mentionnée, les avantages et inconvénients de cette alternative n'ont pas été identifiés (Anses, 2013).

2.1.13 Acrylique

L'acrylique (terme générique) est cité comme prétendant éventuel pour le remplacement des résines époxydes à base de BPA dans les boîtes métalliques (Anses, 2013). Selon le SNFBM, l'acrylique était, en 2011, en cours de test dans leur industrie pour certaines applications. Aucune information complémentaire sur cette alternative n'a été identifiée dans la bibliographique ni communiquée par le SNFBM (Anses, 2013).

2.1.14 Vinyle

Le vinyle (terme générique) est cité comme prétendant éventuel pour le remplacement des résines époxydes à base de BPA dans les boîtes métalliques (Anses, 2013). Selon le SNFBM il s'agit de PVC organosols qui, en 2011, étaient en cours d'essais dans leur industrie et utilisables que pour certaines applications. Aucune information complémentaire sur cette alternative n'a été identifiée dans la bibliographique ni communiquée par le SNFBM (Anses, 2013).

2.1.15 Résines Duroftal

La société Allnex (ex Cytec) produit et commercialise deux résines sans bisphénol A, aptes à se substituer aux résines époxy employées pour les revêtements de boîtes de conserves. Il s'agit des résines DUROFTAL PE 6160/50MPAC et DUROFTAL VPE 6104/60MPAC. Ces deux résines sont sans bisphénol A, mais aussi sans BADGE (Bisphenol A DiGlycidyl Ether).

Elles sont compatibles avec les normes de la US-FDA (Food and Drug Administration des États-Unis) et de l'Union Européenne destinées aux matériaux en contact avec les aliments.

La première résine est un polyester saturé qui est employée pour les revêtements, blancs et transparents, intérieurs et extérieurs, de boîtes de conserve. Selon son producteur, elle présente une excellente flexibilité, un emboutissage aisé, une grande résistance au

traitement autoclave (traitement de stérilisation), et une bonne compatibilité avec les résines phénoliques (Site internet SNA-BPA, Ineris 2014).

Quant à la seconde résine Duroftal, il s'agit d'un polyester hydroxylé dont les performances techniques, selon son producteur, sont bien équilibrées : bonne résistance chimique, mais aussi bonnes résistances à la corrosion, à l'humidité, au jaunissement, et aux chocs. De plus, cette résine est compatible avec les résines acryliques. Le fabricant ne précise pas si ce revêtement est adapté aux aliments acides, pour lesquels la substitution du BPA est plus délicate (Site internet SNA-BPA, Ineris 2014).

2.2 Autres matériaux

2.2.1 Verre

Le verre peut être une alternative aux résines époxydes en tant que bocal ou bouteille en verre. Il est utilisé dans les emballages alimentaires (Anses, 2013).

Les avantages et inconvénients du verre sont décrits dans le paragraphe sur le verre dans la partie « Alternatives identifiées pour le remplacement des matériaux en polycarbonate ».

2.2.2 Les briques cartonnées

Les briques de type TetraPack®, Combisafe®, sont des briques cartonnées qui peuvent être utilisées en remplacement de boîtes de conserves et canettes (Anses, 2013). Il s'agit ici de changer le conditionnement par rapport aux boîtes de conserve et aux canettes.

TetraPack® est l'association de 3 matériaux : carton, polyéthylène basse densité (PE-bd) et aluminium. La composition est la suivante (Anses, 2013) :

- 73 à 75 % de carton donne la solidité et la rigidité à l'emballage,
- 23 à 20 % de polyéthylène fondu à 300°C et directement appliqué sur le carton. Ce plastique alimentaire assure l'étanchéité de l'emballage,
- 4 ou 5 % d'aluminium appliqué en une couche extrêmement fine. Il garantit une longue conservation du produit : c'est une couche barrière protégeant le produit de la lumière et de l'oxygène.

Les TetraPack ® peuvent être utilisés pour les jus, les soupes, les laitages et même pour le vin (Anses, 2013).

Les briques Combisafe® diffèrent dans leur composition par la présence du polypropylène à la place du polyéthylène présent dans la composition d'une brique TetraPack® (Anses, 2013).

Selon la littérature, les avantages et inconvénients de ces briques cartonnées alimentaires sont les suivants (Anses, 2013 ; Ineris, 2014) :

Avantages et inconvénients des briques cartonnées

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Aliments conservés à l'abri de la lumière • Conservation longue des aliments (2ans) • Avantages sur le plan environnemental (bilan carbone moindre, recyclable à 100 %) • Économies logistiques (coûts de transport et de stockage plus faibles) • Résistent aux procédés de stérilisation • Prix en rayon similaire à celui d'une conserve classique 	<ul style="list-style-type: none"> • Surplus financier pour une partie de la chaîne d'approvisionnement (renouvellement des lignes de conditionnement, ou sous-traitance du conditionnement) • Contiennent de l'aluminium (en cours d'essais de substitution, mais difficile)

En mars 2014, le groupement rassemblant les enseignes Hyper U, Super U, U Express et Utile a remplacé l'emballage en boîte de conserve d'une sélection de ses conserves de préparations à base de légumes secs (haricots tomates, rouges, blancs, pois chiches, lentilles) par un emballage cartonné Tetra Recart® de Tetra Pak (site internet SNA-BPA de l'Ineris).

2.2.3 Les sachets souples

Le Doypack® est un sachet souple tenant debout. Tout comme les briques cartonnées, il s'agit d'un autre mode de conditionnement que les boîtes de conserve et les canettes. Les avantages et inconvénients du Doypack® sont les suivants (Anses, 2013 ; Ineris 2014) :

Avantages et inconvénients du Doypack®

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Stable • Facile d'utilisation et de mise en œuvre • Peu encombrant avant et après utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Le rythme de conditionnement étant très lent, le produit final est plus cher qu'une conserve classique (Exemple de la carotte : 2,45€ pour une poche sous vide contre 0,99€ pour une conserve en acier) • Nécessité d'installer une ligne spécifique de conditionnement, qu'il faudra amortir

3 Observations des opérateurs économiques concernant la substitution du bisphénol A

Les principales difficultés soulignées par les opérateurs sont les suivantes :

1. Les vernis époxydes étaient universels, c'est-à-dire qu'ils pouvaient être utilisés au contact de tous les types de denrées alimentaires. Or la composition biochimique très variable des denrées alimentaires (pH, taux de matières grasses, teneur en protéines, etc.) a conduit les industriels à adapter leurs recherches de substituts selon les catégories de denrées alimentaires ;
2. Les associations et syndicats représentatifs de l'agroalimentaire déplorent le manque relatif de temps pour tester les solutions de substitution alors que la durée d'utilisation des denrées conservées peut aller jusqu'à 5 ans. En conséquence, des tests accélérés ont dû être mis en place pour de nombreux produits ;

3. La multitude des formats des emballages et des produits augmente considérablement le nombre d'essais à réaliser (différences de formats, de matériaux, nombre de pièces dans l'emballage métallique, à ouverture facile ou à fond classique...);
4. La situation de certains territoires, en particulier les départements et territoires d'outre-mer (DOM-TOM), peut nécessiter des adaptations et tests complémentaires (conditions climatiques et accessibilité aux substituts).

Lorsque les vernis mis au point ne sont pas adaptés, des problèmes d'étanchéité, de corrosion (produits acides par exemple), organoleptiques (altération de la qualité, du goût, du visuel, de l'odeur des aliments...) ont été observés par les parties prenantes.

Les conséquences suivantes liées à la substitution ont été relevées par les parties prenantes :

- **Diminution de la date limite d'utilisation optimale (DLUO).**

La conséquence sur les denrées conditionnées est, d'une manière générale, la baisse des durées de conservation (notamment DLUO) des denrées alimentaires. Les industriels ont eu recours à des tests de vieillissement accélérés et indiquent avoir appliqué le principe de précaution pour fixer les nouvelles durées d'utilisation, avec une diminution en moyenne d'un an dans l'attente des résultats définitifs.

Pour rappel, l'article R112-22 du code de la consommation impose aux professionnels d'indiquer une date jusqu'à laquelle la denrée conserve ses propriétés spécifiques dans des conditions de conservation appropriées, sous peine, pour le professionnel, d'engager sa responsabilité.

Les parties prenantes associent la réduction des DLUO à une perte de compétitivité, surtout sur le marché international, la distribution n'achetant pas de produits alimentaires appertisés à plus d'un tiers de leur DLUO et à plus de 20% de cette durée pour les boîtes de boissons.

- **Conséquences économiques**

Les industries agroalimentaires sont préoccupées par l'impact sur le marché de l'export, car les autres pays continuent à utiliser des résines époxydes.

Les représentants des fabricants d'emballages métalliques relèvent que, si la substitution du bisphénol A est désormais très engagée en France, ce n'est probablement pas le cas des industriels de toute l'Union européenne. Cela pourrait poser des problèmes d'approvisionnement et des risques de pertes de parts de marché pour les industriels français entraînant des réductions d'activités ou des délocalisations vers des pays autorisant le bisphénol A pour cet usage.

Ces mêmes représentants signalent l'augmentation du coût des emballages, l'expliquant par les coûts de l'amortissement de recherche et développement, le coût supplémentaire des vernis, la réduction des quantités mises en production (atténuant les économies d'échelle liées aux productions de très grands volumes), l'augmentation des épaisseurs des vernis et la baisse de productivité. À titre d'exemple, le surcoût lié à la substitution représenterait 5 à 10% du prix d'achat pour une capsule.

Les distributeurs sont préoccupés par les surcoûts et par les risques liés aux difficultés d'approvisionnement, suite à la suspension de l'importation.

4 Bilan de la substitution

Les représentants des fabricants d'emballages métalliques ont indiqué à la DGCCRF que les essais ont été réalisés avec succès sur plus de 90 % des denrées alimentaires et que les 10 % restants concernent les aliments les plus agressifs. Les solutions de remplacement sont jugées coûteuses et entraînent des durées d'utilisation moins importantes. De plus, la profession l'apparition de difficultés, notamment organoleptiques, sur certains substituts alors que ces derniers étaient homologués. La rapidité des tests imposée par la relative rapidité d'entrée en vigueur de la loi (2 ans) n'a en effet pas permis d'effectuer des tests de vieillissement dans de bonnes conditions.

La profession rencontre des difficultés vis-à-vis des échéances de la loi en lien avec les produits saisonniers qui ne sont disponibles en quantité suffisante qu'une fois par an après récolte.

Les fabricants d'emballages considèrent que, bien que des solutions techniques aient été trouvées pour la majorité des denrées alimentaires, il existe un risque que les produits encore en test ne trouvent pas de solutions techniques avant l'échéance du 1^{er} janvier 2015.

Les représentants des industries agroalimentaires indiquent que les solutions déjà validées semblent satisfaisantes en termes d'applicabilité industrielle

Toutefois, selon ces derniers, de nombreux tests sur des denrées alimentaires sont en effet toujours en cours de validation. Certains produits non agressifs (pois-carottes, raviolis, cassoulet...) ou moyennement agressifs (haricots verts, choucroute, tomates...) étaient au printemps 2014 à l'étape 4 sur 5 des tests.

Des difficultés importantes peuvent être rencontrées, notamment pour les produits agressifs (principalement les denrées acides) et certains procédés de fabrication d'emballages sont plus sensibles et plus complexes que d'autres (certains produits plus agressifs n'étaient par exemple qu'à l'étape 3 au printemps 2014). Pour les matrices encore en cours d'essais, il n'est pas possible à ce jour de se prononcer sur la mise au point des substituts et leur applicabilité industrielle.

Le secteur de la conserve estime que la profession des conserveurs sera prête aux échéances prévues par la loi pour la quasi-totalité de la production et précise que toutes les matrices importantes ont déjà été testées mais qu'elle pourrait rencontrer des problèmes de qualité pour une partie de sa production.

5 Toxicité des substituts aux résines époxydes

Les parties prenantes ont indiqué que les nouvelles substances utilisées ont été sélectionnées par les fournisseurs de substances de manière à respecter l'article 3 du règlement (CE) n°1935/2004 du 27 octobre 2004 et ne pas présenter de risque pour la santé humaine.

Cet article 3 du règlement (CE) n°1935/2004 (« principe d'inertie ») prévoit que tous les matériaux et objets destinés à entrer en contact direct ou indirect avec des denrées alimentaires doivent être fabriqués conformément aux bonnes pratiques de fabrication afin que, dans des conditions normales ou prévisibles de leur emploi, ils ne cèdent pas aux denrées alimentaires des constituants en une quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine, entraîner une modification inacceptable de la composition des denrées ou une altération de leurs caractères organoleptiques.

En particulier, les différents acteurs précisent qu'ils n'ont pas eu recours aux autres composés de la famille des bisphénols, dont l'Anses avait déconseillé l'usage dans un avis de mars 2013 (« *Cependant, au regard de leurs analogies structurales avec le bisphénol A et leurs potentiels oestrogéniques, la plus grande précaution dans l'utilisation de ces composés en tant que tels et/ou comme substituts du bisphénol A est requise* »).

Suite à l'adoption de la loi de 2012, la DGCCRF, autorité compétente pour les matériaux destinés au contact des denrées alimentaires, a indiqué aux professionnels concernés qu'ils avaient la possibilité de déposer un dossier pour recueillir un avis de l'Anses en vue d'une évaluation des risques des constituants des nouveaux vernis, afin de les assister dans la finalisation de leur démarche et de gérer le risque pour la santé des nouvelles substances qui auront permis le remplacement des vernis à base de bisphénol A (fixation de seuils et critères de sécurité en accord avec l'Anses). Aucun dossier n'a été déposé à ce jour dans cet objectif, mais cette possibilité reste ouverte.

6 Conclusion

Les substituts possibles aux résines époxydes à base de BPA sont nombreux mais doivent être adaptés à des applications spécifiques

Les alternatives présentées ci-avant illustrent une fois encore que le choix des alternatives est fonction de la nature du contenu et dépend donc des propriétés du substitut, puisque certaines résines utilisées pour les MCDA ne sont pas adaptées aux produits acides.

Les représentants des fabricants ont indiqué que les matériaux de substitution au bisphénol A mis en œuvre en remplacement des résines époxydes étaient principalement :

- les résines de la famille des polyesters ;
- les résines de la famille des acryliques ;
- des organosols vinyliques.

Ces nouvelles résines, désignées par les industriels par le terme « bisphénol A -ni » au sens de « bisphénol A non intentionnellement ajouté » se décomposent en de nombreuses spécifications.

Le polyéthylène téréphtalate, le polyacrylate et le Polykoat® sont des matériaux qui permettent de ne pas utiliser des résines époxydes pour les revêtements de canettes et boîtes de conserves. Les matériaux alternatifs tels que le verre, les briques cartonnées (matériaux multi couches), les sachets souples impliquent souvent d'autres modes de conditionnement que celui de l'emballage métallique (différences notables dans les durées de conservation, caractère recyclable...). Ces matériaux ne peuvent pas se substituer au mode de conditionnement de l'emballage métallique, notamment de la conserve.

Les représentants des industries agroalimentaires indiquent que les solutions déjà validées semblent satisfaisantes en termes d'applicabilité industrielle.

Les représentants des fabricants d'emballages métalliques ont indiqué à la DGCCRF que les essais ont été réalisés avec succès sur plus de 90 % des denrées alimentaires et que les 10 % restants concernent les aliments les plus agressifs pour lesquels subsistent encore des difficultés.

Le secteur de la conserve estime que la profession des conserveurs sera prête aux échéances prévues par la loi pour la quasi-totalité de la production et précise que

toutes les matrices importantes ont déjà été testées mais qu'elle pourrait rencontrer des problèmes de qualité pour une partie de sa production.

Concernant les denrées alimentaires pour nourrissons et enfants en bas âge, le travail de substitution était déjà en place avant l'entrée en vigueur de la loi. Peu de problèmes ont été rencontrés, car les vernis se déclinent dans un nombre de spécifications beaucoup plus réduit avec des denrées peu agressives, avec un pH neutre et des dates limites d'utilisation optimale assez courtes. Les vernis mis en œuvre sont à base de résines polyesters, qui ont été sélectionnés suite à des tests menés au terme de la date limite d'utilisation optimale (DLUO).

Partie 4 – Autres matériaux au contact de denrées alimentaires concernés par la substitution du bisphénol A

D'autres applications du BPA existent et peuvent être concernées, directement ou indirectement, par la loi du 24 décembre 2012 comme par exemple les papiers et cartons, les encres ou les adhésifs entrant dans la composition de MCDA, bien que l'ampleur du travail de substitution soit moins importante.

Les représentants du secteur des papiers et cartons ont déclaré ne pas ajouter intentionnellement de bisphénol A dans la fabrication des papiers et cartons, mais signalent son éventuelle présence dans les additifs utilisés ou dans les encres, vernis et adhésifs ou via le recyclage des papiers et cartons.

Selon les représentants du secteur des encres et vernis, le bisphénol A n'est pas ajouté intentionnellement dans la fabrication des encres mais peut être utilisé en amont dans la fabrication de certaines matières premières entrant dans la composition des encres.

La mise en œuvre de matières premières contenant du bisphénol A concerne presque exclusivement les encres et vernis à séchage UV. La technologie UV est employée dans l'impression de moins de 5 % du marché des emballages de denrées alimentaires. Pour l'ensemble de l'offre des encres et vernis UV proposés pour ce marché, seulement un tiers de ces encres et vernis contiennent des matières premières comportant du bisphénol A, principalement des résines époxydes acrylates.

Le travail de substitution dans ce secteur, qui n'avait pas commencé avant la publication de la loi, n'est pas encore entièrement opéré à ce jour.

Certains producteurs d'emballages, qui n'utilisent pas ou plus de BPA, risquent de rencontrer des difficultés structurelles. C'est le cas des utilisateurs de matières premières issues du recyclage. La pollution du gisement français sera durable et persistera tant que se maintiendront des échanges de déchets avec des pays n'interdisant pas l'utilisation de BPA, principalement avec nos partenaires européens.

Si tous les types d'emballages peuvent être concernés, l'industrie papetière l'est particulièrement. Un processus de récupération des fibres, combiné à un taux de recyclage élevé de la filière, ne permet pas de garantir une absence totale de BPA, notamment en raison de la pollution des balles de papiers par du papier de spécialité.

Partie 5 – Substitution du bisphénol A dans les papiers thermiques

Le papier thermique est un papier recouvert d'un révélateur, le bisphénol A, qui se colore lorsqu'il est chauffé. Utilisé en premier lieu pour l'impression des fax, il est aujourd'hui utilisé pour imprimer les reçus de carte de paiement et de guichets automatiques de banque, les tickets de caisse, les étiquettes alimentaires ou encore les résultats de certains dispositifs médicaux (électrocardiographe numérique par exemple). Dans son évaluation des risques du BPA pour la santé humaine, effectuée en 2013, l'Anses a notamment évalué le risque induit par la manipulation de tickets thermiques par les professionnels (agents de caisse) et les consommateurs. Les conclusions ont montré que l'exposition cutanée aux tickets contenant du BPA présentait un risque pour l'enfant à naître de la femme enceinte.

Suite à cette publication, le gouvernement français a saisi l'Anses pour établir un dossier de restriction du BPA dans les tickets thermiques, dans le cadre de REACH. Le dossier a été soumis à l'Agence européenne des produits chimiques en janvier 2014. La proposition française est aujourd'hui en cours d'instruction par les comités d'évaluation des risques (RAC) et d'analyse socio-économique (SEAC) de l'agence européenne des produits chimiques.

Lors de l'élaboration du dossier français, l'Anses et l'Ineris ont recensé plusieurs substances de substitution sur la base d'une enquête auprès des industriels et d'une recherche bibliographique. Plusieurs industriels ont remplacé, ou envisagent de le faire, le bisphénol A dans leur papier thermique. Les substituts possibles cités sont le bisphénol S, le D8, le D90, le Pergafast 201 et l'UU (Ineris 2014).

Les alternatives qui ont été jugées les plus probables, sur des critères de faisabilité technique et économique, sont présentées dans le tableau ci-après, issu du dossier de restriction de l'Anses.

En moyenne, le coût du papier thermique avec du bisphénol S serait proche de celui du papier thermique avec du bisphénol A pour le coût médian. Respectivement, pour le D8 et le Pergafast 201, l'augmentation serait d'environ 15% et 25% en moyenne.

D'autres alternatives non chimiques sont possibles telles qu'un autre procédé d'impression ou la dématérialisation des tickets.

1 Comparaison des révélateurs de pigments alternatifs

Alternatives chimiques	Danger pour la santé humaine / l'environnement	Enregistrement	Disponibilité de la substance	Faisabilité technique	Faisabilité économique	Réglementation UE
BPS	<ul style="list-style-type: none"> - Propriétés oestrogéniques - Activité anti-androgénique - Effet utérotrophique - Effets sur la reproduction et le développement à des doses maternelles toxiques (300 mg / kg / j) - Divergences entre les études de génotoxicité (Anses, rapport d'étude sur les composés de la famille de bisphénol, 2012) 	Oui (>1000 t)	+++	+++	+ (2920 – 4200€/t)	Sera évalué par la Belgique en 2014 pour les préoccupations suivantes : CMR présumé, perturbateur endocrinien suspecté
BPF	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté de statuer sur un effet reprotoxique - Activité de perturbateur endocrinien via les récepteurs œstrogéniques - Effet génotoxique direct par rupture de l'ADN (Anses, rapport d'étude sur les composés de la famille de bisphénol, 2012) 	Non	+ ?	++	?	
BPAP	<ul style="list-style-type: none"> - Activité oestrogénique - Pas de possibilité de conclure sur une activité perturbatrice endocrinienne - Pas de données de toxicocinétique disponibles 	Non	+ ?	++	?	

	- Pas de données sur les organes reproducteurs disponibles (Anses, rapport d'étude sur les composés de la famille de bisphénol, 2012)					
1,2-diphenoxyethane	Pas d'évaluation par l'Anses	Oui (>100 t)	+	++	?	
Pergafast (DP 201) (N-(p-Toluènesulfonyl)-N'-(3-p-toluènesulfonyloxyphényl) urea)	Pas d'évaluation par l'Anses	Oui (confidentiel)	+ ?	++	- (15000 - 30000€/t)	
D8 (ou DD8 ou ALD-2000) (4-(4-isopropoxyphénylsulfonyl)phenol)	Pas d'évaluation par l'Anses	Oui (confidentiel)		+	- (11390 - 15104€/t)	
D90 (Phénol, 4,4'-sulfonylbis-, polymer with 1,1'-oxybis[2-chloroethane])	Pas d'évaluation par l'Anses	Non	+ ?	+ ?		
DD70	Pas d'évaluation par l'Anses	Oui (confidentiel)	+ ?	+ ?	?	
UU (Urea Urethane Compound)	Pas d'évaluation par l'Anses	Non	+ ?	+ ?		
TGSA (2,2'-diallyl-4,4'-sulfonyldiphénol)	Pas d'évaluation par l'Anses	Oui	+ ?	+ ?	?	

2 Procédés d'impression alternatifs

D'autres systèmes d'impression existent depuis un certain nombre d'années, telles que l'impression matricielle, l'impression à jet d'encre, l'impression laser et l'impression par transfert thermique. Ces systèmes représentent aussi une alternative à l'impression sur tickets thermiques (ou impression « directe ») contenant du BPA.

2.1 Imprimante matricielle

Parfois appelée imprimante à aiguilles ou imprimante à impact, l'imprimante matricielle permet d'imprimer des documents sur le papier grâce au « va-et-vient » d'un chariot comportant une tête d'impression.

La tête est constituée de petites aiguilles, poussées par des électro-aimants, venant heurter un ruban de carbone, appelé « ruban encreur », situé entre la tête et le papier. Le nombre d'aiguilles peut varier d'une imprimante à l'autre (de 9 à 32 en général, 9 et 24 étant les valeurs les plus courantes) et la qualité d'impression est proportionnelle au nombre d'aiguilles. Chaque aiguille permet d'imprimer un minuscule point sur la feuille, chaque caractère est donc constitué de multiples points.

Cette technologie permet d'imprimer sur des liasses carbonées et d'avoir un double immédiat du document. Elles s'adaptent aussi très bien à l'ensemble des polices de caractères, voire à des caractères asiatiques ou même des codes à barres.

L'imprimante matricielle est cependant plutôt lente et bruyante comparé à d'autres techniques d'impression telles que les imprimantes laser ou à jet d'encre, qui l'ont globalement remplacée sur le marché de l'impression.

Les avantages et inconvénients de l'impression matricielle sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Fiabilité et longévité (simplicité et robustesse)• Impression de plusieurs copies en un seul coup• Volume élevé d'impression	<ul style="list-style-type: none">• Bruit• Qualité moyenne / résolution (jusqu'à 240 ppp)• Impression générale monochrome• Prix d'achat relativement élevé• Moins efficace• Nécessite un ruban d'encre• Plutôt lente

2.2 Imprimante à jet d'encre

Ce type d'imprimante utilise l'encre liquide et l'impression se fait selon deux techniques :

- le jet en continu, lors duquel des gouttes d'encre sont continuellement éjectées de la tête d'impression et déviées en partie vers le papier par des bobines pour encres dites magnétiques et plus généralement déviées latéralement par une force électrique issue du produit de la charge électrique de la goutte par le champ

électrique produit entre des électrodes. Le reste de l'encre est récupéré et recyclé pour un nouveau cycle de jet.

- le jet à la demande, lors duquel ne sont créées et éjectées que les gouttes nécessaires à l'impression.

Ces imprimantes sont largement utilisées du fait de leurs caractéristiques techniques intéressantes : elles offrent une impression de haute qualité, proche de celle produite par les imprimantes laser et peuvent relativement compact. En outre, les imprimantes à jet d'encre fournissent un moyen peu coûteux d'imprimer des documents en couleur et peuvent effectuer entre 10 et 40 pages par minute.

Les avantages et inconvénients de l'impression à jet d'encre sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Impression silencieuse • Moyenne à haute résolution • Relativement faible prix • Peu d'entretien • Impression couleur 	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse d'impression moyenne • Nécessite cartouches (spécifiques) d'encre • Cartouches d'encre coûteuses • Risque de blocage des buses si non utilisé • Non conçu pour des gros volumes d'impression

2.3 Imprimante laser

L'impression laser est un procédé d'impression électrostatique numérique qui produit rapidement des textes de haute qualité et des graphiques en faisant passer un faisceau laser sur un tambour photo-sensible. Le tambour recueille ensuite sélectivement du toner (encre se présente sous la forme d'une poudre polarisée extrêmement fine) sur les zones marquées au laser. Une feuille vierge passe ensuite entre le tambour et une grille chargée électriquement, transférant ainsi l'image sur le papier, qui est ensuite chauffé pour fixer définitivement l'image.

La vitesse d'impression au laser peut varier largement, et dépend de nombreux facteurs, y compris l'intensité graphique de la tâche en cours de traitement.

Les imprimantes bas de gamme personnelles peuvent imprimer environ 8 pages par minute et les modèles les plus rapides peuvent imprimer plus de 200 pages monochromes par minute (soit 12 000 pages par heure) ou plus de 100 pages par minute en couleur (soit 6 000 pages par heure).

Le coût de cette technique dépend d'une combinaison de facteurs : coût du papier, de l'encre, du remplacement du tambour, remplacement d'autres éléments. D'autre part, le prix de l'imprimante est fonction de la rapidité d'impression.

Les avantages et inconvénients de l'impression laser sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Haute résolution • Impression très rapide • Impression silencieuse • Impression couleur • Mieux conçue pour les gros volumes d'impression 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite toners (jusqu'à 4 toners d'impression en couleur) • Nécessite un entretien • Cher

2.4 Imprimante à transfert thermique

Comme pour l'impression thermique directe, on retrouve une tête d'impression constituée d'une série de petites résistances chauffantes. Ici, ce n'est pas un papier spécial qui est utilisé mais un film d'encre sensible à la chaleur. Au moment de l'impression, l'encre passe intégralement sur le support et le ruban n'est donc utilisable qu'une seule fois. Le film d'impression est habituellement noir mais peut être décliné en une multitude de teintes. Il existe même des rubans bicolores (impression en rouge et noir).

Bien que de qualité acceptable, les impressions de ces imprimantes ne sont pas comparables à celles des imprimantes à jet d'encre modernes et imprimantes laser couleur. Ce type d'imprimante est rarement utilisé pour l'impression pleine page, et est très utilisé pour l'impression d'étiquettes industrielle en raison de sa résistance à l'eau et la vitesse.

Ces imprimantes sont considérées comme très fiables en raison de leur petit nombre de pièces mobiles.

L'impression par transfert thermique se distingue de l'impression thermique directe qui ne nécessite pas de ruban. L'utilisation d'un ruban chauffant vise à produire des images durables, sur une grande variété de matériaux. La gamme des supports imprimables est grande puisque l'on peut imprimer sur des papiers mats ou brillants, des films d'emballage, des textiles, etc.

Les avantages et inconvénients de l'impression par transfert thermique sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Fiabilité• Vitesse• Résolution moyenne en particulier pour les codes barres• Meilleure longévité de impressions que l'impression thermique directe	<ul style="list-style-type: none">• Nécessite ruban encreur• Besoin de nettoyage et d'entretien• Sensible à l'abrasion

3 Alternatives sans papier

Une possibilité de substitution du BPA dans les papiers thermiques est celle de passer à des techniques sans-papier, basés sur des technologies électroniques et informatiques. Ces solutions sans-papiers peuvent être triés en trois catégories : les tickets électroniques (e-tickets ou e-reçus), les paiements sans contact (paiement par mobiles/sms) et l'option de n'imprimer les tickets qu'à la demande du client.

3.1 Tickets et reçus électroniques

Comme indiqué dans les rapports {DEPA, 2013} et {US EPA, 2012}, les reçus numériques ou électroniques ont largement été acceptés par le public puisque la société Apple a introduit le concept dans ses magasins de détail en 2005 et ce marché est en expansion. Les e-tickets sont essentiellement des reçus électroniques envoyés de la boutique directement à l'adresse e-mail d'un client ou vers un site Web protégé par un mot de passe. La technologie peut être gérée par un commerçant lui-même, tout simplement en demandant au client son

adresse e-mail. C'est déjà ce qui se passe lorsque les gens achètent des articles en ligne, et de plus en plus de magasins proposent cette solution sans papier.

C'est notamment le cas des certaines grandes distributions tels que E. Leclerc qui en mars 2013, annonçait la mise en œuvre d'une caisse électronique pour envoyer les factures par e-mail. Cette option est pour le moment limitée aux clients détenteurs de la carte de fidélité Leclerc. Les clients ont toutefois la possibilité de demander une facture papier s'ils le souhaitent.

D'autres grands groupes français tels que Darty et Décathlon impriment toujours des tickets de caisse mais offrent des reçus électroniques à leurs clients, via leur carte de fidélité, avec enregistrement directement sur leur compte en ligne. Les clients peuvent ainsi garder une trace de leurs achats en ligne et hors ligne. La dernière étape serait de supprimer totalement les tickets papier.

En outre, les entreprises spécialisées dans l'e-ticket font leur apparition partout dans le monde : États-Unis, Royaume-Uni, Norvège, Danemark...

Cette technologie est vouée à s'établir plus largement et montre de nombreux avantages. En premier lieu, elle ne nécessite aucune modification pour le consommateur, car le mode de paiement reste le même. Ensuite, l'e-ticket permet d'offrir des forfaits sur mesures aux clients : les reçus sont envoyés sur leur boîte numérique, peuvent être visualisés via le site web de la société ou une application mobile, il y a possibilité d'envoyer la date et l'emplacement de promotions spécifiques et/ou l'historique des transactions pour les clients (où ils peuvent trouver des informations relatives à leurs acquisitions, telles que la date, le montant, le lieu, et d'autres informations).

L'un des atouts les plus importants pour les consommateurs est en effet que les reçus électroniques permettent la tenue de registres d'achats, consultables sur leur ordinateur, et permettant ainsi de réduire l'utilisation du papier.

3.2 Paiement par mobile/sms

Comme indiqué dans le rapport {DEPA, 2013}, les services bancaires et de paiement mobiles sont en pleine expansion. Le nombre estimé d'utilisateurs à l'échelle mondiale devrait passer de 500 millions en 2012 à 1 milliard en 2015. Ces estimations correspondent à des paiements mobiles qui atteignaient 200 milliards de dollars en 2012 et devraient atteindre 1 milliard de dollars en 2015.

La banque et le paiement mobile offrent la possibilité de transférer de l'argent à l'aide d'un appareil mobile tel qu'un téléphone portable ou un smartphone. Le paiement mobile offre au consommateur un large éventail de services : transaction financière par SMS, achats d'applications, les paiements web mobiles et sans contact via la technologie Near Field Communication (NFC) qui permet la communication entre le téléphone mobile et l'appareil pour carte de crédit.

Pour les paiements mobiles, la preuve d'achat est également reçu par voie électronique, ce qui contribue à la réduction de l'utilisation de papier thermique pour reçus et les tickets {DEPA, 2013}.

Le paiement par SMS est surtout utilisé pour l'achat de musique, de sonneries, de jeux et des dons. A Copenhague, l'option de paiement par SMS a été testée pour le stationnement

{DEPA, 2013}. Une preuve d'achat est dans ce cas généralement envoyée sous la forme d'un SMS de confirmation.

D'autres types de billets, tels que des billets de cinéma sont également disponibles à l'achat mobile.

Le rapport {DEPA, 2013} se réfère également aux paiements web mobiles comme une autre approche de paiement mobile. Cela signifie utiliser l'installation (WAP Wireless Application Protocol) sur un smartphone pour se connecter à Internet, puis payer en entrant les informations de carte de crédit sur le site de l'entreprise ou de payer en utilisant une méthode de paiement en ligne comme PayPal ou un porte-monnaie électronique.

Jusqu'à présent, les paiements mobiles concernaient principalement des achats de faible valeur, mais les montants des transactions devraient augmenter à l'avenir ({DEPA, 2013}).

3.3 Impression des reçus à la demande du client

Comme expliqué dans le rapport {DEPA, 2013}, un certain nombre de moyens ont été mis en œuvre pour minimiser la manipulation des tickets de caisse par les caissiers et caissières (ou sont actuellement testés) dans le but précis de réduire leur exposition au BPA. Pour exemple, le client est interrogé pour savoir s'il/elle veut un reçu. Souvent, le reçu est imprimé quelle que soit la réponse, mais la solution de n'imprimer le ticket qu'à la demande du client est possible.

Partie 6 – Les retardateurs de flammes

Parmi les différents usages identifiés du BPA, celui-ci peut être utilisé dans la synthèse de retardateurs de flamme (Anses, 2011).

Le BPA permet de fabriquer trois retardateurs de flamme (Anses, 2011) : le tétrabromobisphénol A (TBBPA), le tétrachlorobisphénol A et le bisphénol A bis (diphénylphosphate). Les données de la bibliographie ont permis d'identifier des alternatives potentielles seulement pour le tétrabromobisphénol A (TBBPA) . Aucune information sur les substituts aux autres retardateurs de flamme obtenus à partir du BPA n'a été recensée. La recherche bibliographique effectuée ne permet pas d'affirmer que les substituts listés ci-après peuvent être utilisés en remplacement des autres retardateurs de flamme obtenus à partir de BPA (Anses, 2013). Dans les divers documents cités, seul le TBBPA est mentionné.

Les données de la bibliographie recensent des substituts pour le retardateur de flamme représentatifs de l'usage de TBBPA dans les résines époxydes pour des applications de cartes de circuits imprimés. Ainsi ces alternatives mentionnées ne peuvent pas être utilisées pour d'autres applications.

Les alternatives identifiées sont les suivantes (Anses, 2013) :

- Model PH-73FF
- Le phosphore rouge
- D'autres composés phosphorés tels que le DOP (dihydrooxaphosphaphénanthrène)
- Les hydroxydes de métaux: hydroxyde d'aluminium, hydroxyde de magnésium
- DNP (Resorcinol-bis-diphényl-phosphate)
- Phosphate de triphényle

Synthèse et conclusion

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre de **l'article 1^{er} de la loi n°2012-1442 du 24 décembre 2012** et constitue un état des lieux concernant la mise au point des substituts au bisphénol A, d'une part dans les matériaux destinés au contact des denrées alimentaires concernés par cette loi, et d'autre part, de façon non exhaustive, dans d'autres applications.

Les professionnels se sont investis dans la substitution.

Il ressort du bilan que la substitution du polycarbonate a été réalisée sans difficulté majeure, notamment pour les bonbonnes de fontaine à eau qui constituaient l'un des secteurs fortement impactés. Le remplacement du polycarbonate a été facilité du fait de la substitution imposée par la loi en 2010 pour les biberons en polycarbonate.

Les substituts mis en œuvre (hors biberons) sont principalement le Copolyester (Tritan®) et le polyéthylène téréphtalate (PET).

L'application industrielle de ces substituts est jugée satisfaisante même si des différences de propriétés par rapport au polycarbonate sont identifiées par les industriels, sans que toutefois ces différences de comportement ne représentent un frein à l'utilisation de ces matériaux de substitution au polycarbonate (et autres applications impactées).

Pour les résines époxydes, le travail de substitution a principalement concerné les applications suivantes : capsules de bouchons, canettes et boîtes métalliques, vernis intérieurs des couvercles des bouteilles en verre, bouchons, pots, petits pots pour bébé, accessoires d'ouverture des boîtes métalliques de préparations infantiles, etc.

La démarche de substitution a dû être adaptée aux types de denrées alimentaires conditionnées, car les résines alternatives à celle contenant du bisphénol A ne sont pas universelles comme pouvaient l'être les résines époxydes. De même, la multitude des formats des emballages et la variété des denrées alimentaires ont augmenté l'ampleur de la tâche de substitution.

La mobilisation des industriels pour la mise au point des nouveaux substituts a été importante, et bien souvent une collaboration a été mise en place entre les fabricants de vernis et le secteur de l'agroalimentaire pour mener les différentes étapes de la validation industrielle.

Les principaux substituts au bisphénol A mis en œuvre appartiennent à trois familles de vernis : les vernis polyesters, les vernis acryliques et les vernis vinyliques. Par précaution, les industriels ont choisi de diminuer les dates limites d'utilisation optimale (DLUO) notamment pour les denrées dotées d'une durée de conservation longue.

Les industriels annoncent qu'en l'état actuel des essais effectués, **les résultats sont satisfaisants pour la grande majorité des substituts utilisés** et ils estiment globalement pouvoir être prêts pour la seconde échéance de la loi au 1^{er} janvier 2015 pour la quasi-totalité de leurs produits, même si la profession des conserveurs pourrait rencontrer des problèmes de qualité pour une partie de sa production. Des difficultés sont mentionnées (corrosion, étanchéité, problèmes organoleptiques, industrialisation, etc.) pour certains produits « agressifs » qui sont toujours en phase de test industriel. Ces problèmes techniques pourraient ne pas permettre la mise en œuvre de solutions de remplacement au 1^{er} janvier 2015 pour les produits considérés.

Par ailleurs, des difficultés d'approvisionnement risquent de se produire notamment pour les produits exotiques en provenance de pays tiers ou pour les produits dits de campagne conditionnés à une seule période de l'année et ensuite distribués pendant les 12 à 18 mois suivant la récolte, les contraintes saisonnières ayant freiné la réalisation des tests des matériaux de substitution.

En ce qui concerne les denrées destinées aux nourrissons et enfants en bas âge, la substitution déjà commencée avant l'adoption de la loi n'a pas entraîné de difficultés particulières.

La substitution est également mise en œuvre dans d'autres secteurs industriels, et notamment dans les papiers thermiques où la démarche a été stimulée par la proposition française de restriction dans le cadre du règlement REACH.

Annexe 1 : Loi n°2012-1442 du 24 décembre 2012

LOI n° 2012-1442 du 24 décembre 2012 visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A (1)

NOR : AFSX1240700L

L'Assemblée nationale et le Sénat ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Article 1

La loi n° 2010-729 du 30 juin 2010 tendant à suspendre la commercialisation de biberons produits à base de bisphénol A est ainsi modifiée :

1° Après les mots : « commercialisation de », la fin du titre est ainsi rédigée : « tout conditionnement comportant du bisphénol A et destiné à recevoir des produits alimentaires » ;

2° L'article 1er est ainsi rédigé :

« Art. 1er.-La fabrication, l'importation, l'exportation et la mise sur le marché à titre gratuit ou onéreux de tout conditionnement, contenant ou ustensile comportant du bisphénol A et destiné à entrer en contact direct avec des denrées alimentaires pour les nourrissons et enfants en bas âge, au sens des a et b de l'article 2 de la directive 2006/141/ CE de la Commission du 22 décembre 2006 concernant les préparations pour nourrissons et les préparations de suite et modifiant la directive 1999/21/ CE, sont suspendues à compter du premier jour du mois suivant la promulgation de la loi n° 2012-1442 du 24 décembre 2012 visant à la suspension de la fabrication, de l'importation, de l'exportation et de la mise sur le marché de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A, jusqu'à ce que le Gouvernement, après avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, autorise la reprise de ces opérations.

« Cette suspension prend effet, dans les mêmes conditions, au 1er janvier 2015 pour tout autre conditionnement, contenant ou ustensile comportant du bisphénol A et destiné à entrer en contact direct avec des denrées alimentaires.

« Avant le 1er juillet 2014, le Gouvernement remet au Parlement un rapport évaluant les substituts possibles au bisphénol A pour ses applications industrielles au regard de leur éventuelle toxicité. » ;

3° L'article 2 est ainsi rédigé :

« Art. 2.-Tout conditionnement comportant du bisphénol A et destiné à entrer en contact direct avec des denrées alimentaires doit comporter, dans des conditions fixées par décret, un avertissement sanitaire déconseillant son usage, du fait de la présence de bisphénol A, aux femmes enceintes, aux femmes allaitantes et aux nourrissons et enfants en bas âge, au

sens des a et b de l'article 2 de la directive 2006/141/ CE de la Commission du 22 décembre 2006 précitée. »

Article 2

I. — La section 1 du chapitre V du titre Ier du livre II du code de la consommation est complétée par un article L. 215-2-4 ainsi rédigé :

« Art. L. 215-2-4.-Les agents mentionnés à l'article L. 215-1 sont habilités à rechercher et à constater, dans les conditions prévues au présent livre, les infractions à la loi n° 2010-729 du 30 juin 2010 tendant à suspendre la commercialisation de tout conditionnement comportant du bisphénol A et destiné à recevoir des produits alimentaires. »

II. — Après le 1° de l'article L. 5231-2 du code de la santé publique, il est inséré un 1° bis ainsi rédigé :

« 1° bis Des collerettes de tétines et de sucettes et des anneaux de dentition comportant du bisphénol A ; ».

Article 3

Le titre Ier du livre II de la cinquième partie du code de la santé publique est complété par un chapitre IV ainsi rédigé :

« Chapitre IV

« Interdiction de certains matériaux dans les dispositifs médicaux

« Art. L. 5214-1.-A compter du 1er juillet 2015, l'utilisation de tubulures comportant du di-(2-éthylhexyl) phtalate est interdite dans les services de pédiatrie, de néonatalogie et de maternité.

« Art. L. 5214-2.-Est interdite l'utilisation des biberons comportant du bisphénol A et répondant à la définition des dispositifs médicaux mentionnée à l'article L. 5211-1. »

Article 4

Le Gouvernement présente au Parlement, dans un délai d'un an à compter de la promulgation de la présente loi, un rapport relatif aux PE. Ce rapport précise les conséquences sanitaires et environnementales de la présence croissante de PE dans l'alimentation, dans l'environnement direct, dans les dispositifs médicaux et dans l'organisme humain. Il étudie, en particulier, l'opportunité d'interdire l'usage du di-(2-éthylhexyl) phtalate, du dibutyl phtalate et du butyl benzyl phtalate dans l'ensemble des dispositifs médicaux au regard des matériaux de substitution disponibles et de leur innocuité.

Annexe 2 : Classifications des monomères et additifs

Il est important de noter que dans le cas des matériaux alternatifs identifiés, seules les informations relatives aux monomères ou additifs ont été renseignées dans le présent rapport. En effet, en référence aux réglementations existantes²¹ il faut rappeler que les polymères sont fabriqués à partir de monomères et d'autres substances de départ qui sont transformés par réaction chimique en une structure macromoléculaire, le polymère, qui forme le principal composant structurel de la matière plastique. Des additifs sont ajoutés au polymère pour obtenir des effets technologiques déterminés. Le polymère en tant que tel est une structure inerte dont la masse moléculaire est élevée. Étant donné que les substances dont la masse moléculaire est élevée ne peuvent généralement pas être absorbées par l'organisme, le risque potentiel pour la santé qui découle du polymère lui-même est minime. Des risques potentiels pour la santé peuvent provenir du transfert de monomères ou d'autres substances de départ n'ayant pas subi de réaction ou ayant subi une réaction incomplète ou d'additifs de faible masse moléculaire dans les denrées alimentaires par migration à partir du matériau en matière plastique en contact avec celles-ci.

Dans le cadre du règlement CLP, les fabricants et importateurs doivent notifier des classifications et étiquetages des substances qu'ils mettent sur le marché. Toutes ces notifications sont regroupées dans une base de données qui est l'inventaire des classifications et étiquetages, tenu par l'ECHA²². Cette obligation de notification s'applique à toutes les substances mises sur le marché dans l'UE :

- si elles sont classées dangereuses, quelles que soient les quantités,
- si elles ne sont pas classées « dangereuses » mais soumises à l'obligation d'enregistrement conformément au règlement REACH (en cas de production ou d'importation à plus d'une tonne par an).

Cet inventaire constitue une source centrale d'informations sur la classification et l'étiquetage des substances pour tous les utilisateurs de produits chimiques. Toutefois, les informations transmises par les industriels et disponibles sur le site de l'ECHA ne sont pas validées par les autorités publiques. De plus, il suffit qu'un seul industriel notifie une classification pour un effet toxique pour que celle-ci apparaisse.

En complément, certaines substances font l'objet d'une classification harmonisée, c'est-à-dire validée par les autorités publiques, selon le règlement CLP et figurent à l'Annexe VI de ce règlement.

Le tableau présenté ci-après est une compilation des différentes classifications proposées par un ou plusieurs déclarants. Cependant, tous les notifiants n'ont pas forcément classé ces substances sur l'ensemble des classes de danger mentionnées dans le tableau.

En gras est indiquée la ou les classification(s) ayant été notifiée(s) par le plus grand nombre d'industriels. Ainsi pour le Bisphénol S la majorité des industriels ont notifié « non classé » pour cette substance.

²¹ Règlement (UE) n°10/2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires, et Règlement (CE) N°1907/2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (Reach).

²² <http://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

Tableau 3 : Notifications effectuées par les industriels concernant la classification des alternatives au bisphénol A

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Polyphénylsulfone	NR	NR	NA	NA	NA	/
Polyéthersulfone	Bisphénol S	80-09-1	Non classée	CORAP 2014	Non classé H315: Provoque une irritation cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H335: Peut irriter les voies respiratoires H412: Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 0,05 mg/kg
Polyamide 6,6	Hexaméthylène diamine	124-09-4	H302 : Nocif en cas d'ingestion H312: Nocif par contact cutané H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires H335 : Peut irriter les voies respiratoires	/	H301 : Toxique en cas d'ingestion H302 : Nocif en cas d'ingestion H312: Nocif par contact cutané H314: Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires H317: Peut provoquer une allergie cutanée H318: Provoque des lésions oculaires graves H335: Peut irriter les voies respiratoires H412: Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 2,4 mg/kg
	Acide adipique	124-04-9	H319: Provoque une sévère irritation des yeux	/	H318: Provoque des lésions oculaires graves H319 : Provoque une sévère irritation des yeux	LMS = 60 mg/kg
Polyamide 11	Acide amino-undécanoïque	2432-99-7	Non classée	/	Non classé	LMS = 8 mg/kg
Polyamide 12	Laurolactame	947-04-6	Non classée	/	Non classé H412: Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 5 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Polyéthylène (Pe-hd et PE-bd)	Ethylène	74-85-1	H220: gaz extrêmement inflammable H336 : peut provoquer somnolence ou vertige	/	H220: gaz extrêmement inflammable H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur H281: contient un gaz réfrigéré. Peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques H335: peut irriter les voies respiratoires H336 : peut provoquer somnolence ou vertige	LMS = 60 mg/kg
	1-octène	111-66-0	Non classée	/	H225 : liquide et vapeurs très inflammables H304 : peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires H312: nocif par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H335: peut irriter les voies respiratoires H400: très toxique pour les organismes aquatiques H410: très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (cat 1) H411: très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long	LMS = 15 mg/kg
	1-hexène	592-41-6	Non classée	/	H225 : liquide et vapeurs très inflammables H304 : peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H335: peut irriter les voies respiratoires H336: peut provoquer somnolence ou vertige H411: très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme (cat 2)	LMS = 3 mg/kg
	1-butène	106-98-9	H220: gaz extrêmement inflammable	/	H220: gaz extrêmement inflammable H221: gaz inflammable H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur	LMS = 60 mg/kg
Polypropylène	Propylène	115-07-1	H220: gaz extrêmement inflammable	/	H220: gaz extrêmement inflammable H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur H336 : peut provoquer somnolence ou vertige	LMS = 60 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Copolyester Tritan®	Diméthyltéraphtalate	120-61-6	Non classée	/	Non classé H317: peut provoquer une allergie cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H335: peut irriter les voies respiratoires H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (cat3)	LMS = 60 mg/kg
	2,2,4,4-tétraméthyl-1,3-cyclobutanediol	3010-96-6	Non classée	/	H228: matière solide inflammable H302: nocif en cas d'ingestion H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H335: peut irriter les voies respiratoires	LMS = 5 mg/kg À utiliser uniquement pour des objets réutilisables destinés à l'entreposage de longue durée à température ambiante ou à une température inférieure et au remplissage à chaud
	1,4-cyclohexanediméthanol	105-08-8	Non classée	/	H302: nocif en cas d'ingestion H318: provoque des lésions oculaires graves H319: provoque une sévère irritation des yeux	LMS = 60 mg/kg
	Ethylène glycol	107-21-1	H302: nocif en cas d'ingestion	/	H302: nocif en cas d'ingestion H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H336: peut provoquer somnolence ou des vertiges H340: peut induire des anomalies génétiques H360: peut nuire à la fertilité ou au fœtus H370: risque avéré d'effets graves pour les organes (exposition unique, cat1) H372: risque avéré d'effets graves pour les organes (exposition répétée, cat1) H373: risque présumé d'effets graves pour les organes (exposition répétée, cat2) H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS (T) = 30 mg/kg
	Acide téréphthalique	100-21-0	Non classée	/	Non classé H302: nocif en cas d'ingestion H315: Provoque une irritation cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H335: Peut irriter les voies respiratoires H361: susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus	LMS (T) = 7,5 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Polyéthylène téréphtalate	Ethylène glycol	107-21-1	H302: nocif en cas d'ingestion	/	H302: nocif en cas d'ingestion H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H336: peut provoquer somnolence ou des vertiges H340: peut induire des anomalies génétiques H360: peut nuire à la fertilité ou au fœtus H370: risque avéré d'effets graves pour les organes (exposition unique, cat1) H372: risque avéré d'effets graves pour les organes (exposition répétée, cat1) H373: risque présumé d'effets graves pour les organes (exposition répétée, cat2) H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS (T) = 30 mg/kg
	Acide téréphtalique	100-21-0	Non classée	/	Non classé H302: nocif en cas d'ingestion H315: Provoque une irritation cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H335: Peut irriter les voies respiratoires H361: susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus	LMS (T) = 7,5 mg/kg
	Di-éthylène-glycol	111-46-6	H302 : nocif en cas d'ingestion	CORAP 2015	H302: nocif en cas d'ingestion H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H336: peut provoquer somnolence ou vertige H373: risque présumé d'effets graves pour les organes (exposition répétée, cat2)	LMS (T) = 30 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Matériaux à base d'isosorbide : Ecozen®	Isosorbide	652-67-5	Non classée	/	Non classé	LMS = 5 mg/kg A utiliser uniquement comme comonomère dans le poly(éthylène-co-isosorbide téréphtalate)
	Acide téréphtalique	100-21-0	Non classée	/	Non classé H302: nocif en cas d'ingestion H315: Provoque une irritation cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H335: Peut irriter les voies respiratoires H361: susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus	LMS (T) = 7,5 mg/kg
	Ethylène glycol	107-21-1	H302: nocif en cas d'ingestion	/	H302: nocif en cas d'ingestion H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H336: peut provoquer somnolence ou des vertiges H340: peut induire des anomalies génétiques H360: peut nuire à la fertilité ou au fœtus H370: risque avéré d'effets graves pour les organes (exposition unique, cat1) H372: risque avéré d'effets graves pour les organes (exposition répétée, cat1) H373: risque présumé d'effets graves pour les organes (exposition répétée, cat2) H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS (T) = 30 mg/kg
	1,4-cyclohexanediméthanol	105-08-8	Non classée	/	H302: nocif en cas d'ingestion H318: provoque des lésions oculaires graves H319: provoque une sévère irritation des yeux	LMS = 60 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Polyétherimide	NR	NR	NA	NA	NA	/
Poly(acide lactique)	Acide lactique	50-21-5	Non classée	/	H281: contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques H290: peut être corrosif pour les métaux H314: provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires H315: provoque une irritation cutanée H318: provoque des lésions oculaires graves H319: provoque une sévère irritation des yeux H331: toxique par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H331: toxique par inhalation H400: très toxique pour les organismes aquatiques	LMS = 60 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Topas IT X1	Ethylène	74-85-1	H220: gaz extrêmement inflammable H336: peut provoquer somnolence ou vertiges	/	H220: gaz extrêmement inflammable H280: contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur H281: contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques H335: peut irriter les voies respiratoires H336: peut provoquer somnolence ou vertiges	LMS = 60 mg/kg
	Norbornène	498-66-8	Non classée	/	H228: matière solide inflammable H319: provoque une sévère irritation des yeux H411: toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 0,05 mg/kg
	Styrène	100-42-5	Repro. 2: Toxicité pour la reproduction catégorie 2 H226 : Liquides et vapeurs inflammables H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H361d: susceptible de nuire au fœtus H372: risque avéré d'effets graves pour les organes (organes de l'ouïe) à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée	/	H226 : Liquides et vapeurs inflammables H302: nocif en cas d'ingestion H304: peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires H312: nocif par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H331: toxique par inhalation H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H341: susceptible d'induire des anomalies génétiques H351: susceptible de provoquer le cancer H360: peut nuire à la fertilité du fœtus H370: risque avéré d'effets graves pour les organes H372: risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (cat 1) H373: risque présumé d'effets graves pour les organes H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 60 mg/kg
	Butadiène	106-99-0	H220: gaz extrêmement inflammable H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer	CORAP 2014	Non classé H220: gaz extrêmement inflammable H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer H361: susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = ND (0,01 mg/kg) La mention ND est indiquée lorsque la substance ne peut pas migrer en quantité décelable

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Matériaux à base de mélamine	Mélamine	108-78-1	Non classée	/	<p>Non classé</p> <p>H302: nocif en cas d'ingestion H312: nocif par contact cutané H314: provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves H315: provoque une irritation cutanée H317: peut provoquer une allergie cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H351: susceptible de provoquer le cancer H373: risque présumé d'effets graves pour les organes H400: très toxique pour les organismes aquatiques H410: très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme</p>	LMS = 2,5 mg/kg
	Formaldéhyde	50-00-0	<p>Carc. 1B: Cancérogénicité catégorie 1B Muta. 2: Mutagénicité catégorie 2</p> <p>H301 : toxique en cas d'ingestion H311: toxique par contact cutané H314: provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves H317: peut provoquer une allergie cutanée H331: toxique par inhalation H351: susceptible de provoquer le cancer H341: susceptible d'induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer</p>	/	<p>Non classé</p> <p>H220: gaz extrêmement inflammable H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur H290: peut être corrosif pour les métaux</p> <p>H301 : toxique en cas d'ingestion H302: nocif en cas d'ingestion</p> <p>H311: toxique par contact cutané H314: provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves H315: provoque une irritation cutanée H317: peut provoquer une allergie cutanée H318 : provoque des lésions oculaires graves H319: provoque une sévère irritation des yeux H330: mortel par inhalation H331: toxique par inhalation H334: peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H336: peut provoquer somnolence ou vertige H341: susceptible d'induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer H351: susceptible de provoquer le cancer H370: risque avéré d'effets graves pour les organes H372 : risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'exposition répétée ou d'une exposition prolongée H40: très toxique pour les organismes aquatiques</p>	<p>LMS(formaldéhyde) = 3 mg/kg + LMS(T) = 15 mg/kg en tant que somme de la migration de hexaméthylènetétramine et formaldéhyde</p>

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
ABS	Acrylonitrile	107-13-1	H225: liquide et vapeur très inflammables H301: toxique en cas d'ingestion H311: toxique par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H317: peut provoquer une allergie H318: provoque des lésions oculaires graves H331: toxique par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H350: peut provoquer le cancer H411: toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	/	Non classé H225: liquide et vapeur très inflammables H300: mortel en cas d'ingestion H301: toxique en cas d'ingestion H310: mortel par contact cutané H311: toxique par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H317: peut provoquer une allergie H318: provoque des lésions oculaires graves H330: mortel par inhalation H331: toxique par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H350: peut provoquer le cancer H351: susceptible de provoquer le cancer H361: susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus H411: toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme H413: peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques	LMS = ND (0,01 mg/kg) La mention ND est indiquée lorsque la substance ne peut pas migrer en quantité décelable
	Butadiène	106-99-0	H220: gaz extrêmement inflammable H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer	CORAP 2014	Non classé H220: gaz extrêmement inflammable H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer H361: susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = ND (0,01 mg/kg) La mention ND est indiquée lorsque la substance ne peut pas migrer en quantité décelable
	Styrène	100-42-5	Repro. 2: Toxicité pour la reproduction catégorie 2 H226 : Liquides et vapeurs inflammables H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H361d: susceptible de nuire au fœtus H372: risque avéré d'effets graves pour les organes (organes de l'ouïe) à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée	/	H226 : Liquides et vapeurs inflammables H302: nocif en cas d'ingestion H304: peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires H312: nocif par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H331: toxique par inhalation H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H341: susceptible d'induire des anomalies génétiques H351: susceptible de provoquer le cancer H360: peut nuire à la fertilité du fœtus H370: risque avéré d'effets graves pour les organes H372: risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (cat 1) H373: risque présumé d'effets graves pour les organes H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 60 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Copolymère TSC-M	Butadiène	106-99-0	H220: gaz extrêmement inflammable H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer	CORAP 2014	Non classé H220: gaz extrêmement inflammable H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer H361: susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = ND (0,01 mg/kg) La mention ND est indiquée lorsque la substance ne peut pas migrer en quantité décelable
	Styrène	100-42-5	Repro. 2: Toxicité pour la reproduction catégorie 2 H226 : Liquides et vapeurs inflammables H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H361d: susceptible de nuire au fœtus H372: risque avéré d'effets graves pour les organes (organes de l'ouïe) à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée	/	H226 : Liquides et vapeurs inflammables H302: nocif en cas d'ingestion H304: peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires H312: nocif par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H331: toxique par inhalation H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H341: susceptible d'induire des anomalies génétiques H351: susceptible de provoquer le cancer H360: peut nuire à la fertilité du fœtus H370: risque avéré d'effets graves pour les organes H372: risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (cat 1) H373: risque présumé d'effets graves pour les organes H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 60 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux Polycarbonates						
Verre	Dioxyde de silicium	7631-86-9	Non classée	CORAP 2012	<p>Non classé</p> <p>H225: liquide et vapeur très inflammables H302: nocif en cas d'ingestion H312: nocif par contact cutané H314: provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves H315: Provoque une irritation cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H335: Peut irriter les voies respiratoires H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer H370: risque avéré d'effets graves pour les organes H372: risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'exposition répétées ou d'une exposition prolongée H373: risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'exposition répétées ou d'une exposition prolongée H412: Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme</p>	<p>LMS = 60 mg/kg + Pour le dioxyde de silicium amorphe synthétique : particules primaires de 1-100 nm agrégées jusqu'à 0,1 – 1 µm et pouvant former des agglomérats de 0,3 µm à 1 mm</p>
Céramique	NR	NR	NA	NA	NA	
Acier Inox	Acier + Chrome	NR	NA	NA	NA	/
Silicone	Siloxanes	NR	NA	NA	NA	/

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux résines époxydes						
Polyester	NR	NR	NA	NA	NA	
Polypropylène carbonate	Oxyde de propylène	75-56-9	H224: Liquide et vapeurs extrêmement inflammables H302: nocif en cas d'ingestion H312: Nocif par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer	Liste candidate Proposition de reclassification par les Pays-Bas en 2013: H302 en H301 H332 en H331 H312 en H311	Non classé H220: gaz extrêmement inflammable H224: Liquide et vapeurs extrêmement inflammables H302: nocif en cas d'ingestion H311: toxique par contact cutané H312: Nocif par contact cutané H315: provoque une irritation cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H320: provoque une irritation des yeux H331: toxique par inhalation H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer H402: nocif pour les organismes aquatiques H412: nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = ND 1 mg/kg dans le produit final
	Dioxyde de carbone	124-38-9	Non classée	Biocide	Non classé H280: contient un gaz sous pression. Peut exploser sous l'effet de la chaleur H281: contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques H332: nocif par inhalation H335: peut irriter les voies respiratoires	LMG = 60 mg/kg Autorisé en tant qu'additif dans le règlement 10/2011. Pour une utilisation du dioxyde de carbone en tant que monomère.
	Propylène glycol	57-55-6	Non classée	/	Non classé H302: nocif en cas d'ingestion H315: provoque une irritation cutanée H317: peut provoquer une allergie cutanée H319: provoque une sévère irritation des yeux H335: peut irriter les voies respiratoires H336: peut provoquer somnolence ou vertiges H410: très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme H411: toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMG = 60 mg/kg

Nom de l'alternative	Substances (monomère...)	Numéro CAS	Classification selon le CLP	REACH	Notifications CLP	Restriction du règlement n°10/2011
Alternatives aux résines époxydes						
Oléorésines	NR	NR	NA	NA	NA	/
Résine Chemsud	NR	NR	NA	NA	NA	/
Verdanol	NR	NR	NA	NA	NA	/
Résine à base d'isosorbide	Isosorbide	652-67-5	Non classée	/	Non classé	LMS = 5 mg/kg A utiliser uniquement comme comonomère dans le poly(éthylène-co-isosorbide téréphtalate)
	Diglycidyl éther d'isosorbide	NR				
Acrylique	NR	NR	NA	NA	NA	
Vinyle	NR	NR	NA	NA	NA	
Verre	Dioxyde de silicium	7631-86-9	Non classée	CORAP 2012	Non classé H225: liquide et vapeur très inflammables H302: nocif en cas d'ingestion H312: nocif par contact cutané H314: provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves H315: Provoque une irritation cutanée H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H332: nocif par inhalation H335: Peut irriter les voies respiratoires H340: peut induire des anomalies génétiques H350: peut provoquer le cancer H370: risque avéré d'effets graves pour les organes H372: risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'exposition répétées ou d'une exposition prolongée H373: risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'exposition répétées ou d'une exposition prolongée H412: Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme	LMS = 60 mg/kg + Pour le dioxyde de silicium amorphe synthétique : particules primaires de 1-100 nm agrégées jusqu'à 0,1 – 1 µm et pouvant former des agglomérats de 0,3 µm à 1 mm
Tetrapack®	NR	NR	NA	NA	NA	
Doypack®	NR	NR	NA	NA	NA	

Annexe 4 : Questionnaire De la DGCCRF envoyé aux industriels MCDA dans le cadre du rapport sur la substitution du bisphénol A dans les matériaux destinés au contact des denrées alimentaires



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION GENERALE DE LA CONCURRENCE,
DE LA CONSOMMATION ET DE LA REPRESSION DES FRAUDES

59, BD VINCENT AURIOL TELEDON 223

75703 PARIS CEDEX 13

BUREAU 4B : QUALITE ET VALORISATION DES DENREES ALIMENTAIRES

COURRIEL DE CONTACT : BUREAU-4B@DGCCRF.FINANCES.GOUV.FR

Questionnaire dans le cadre du rapport sur la substitution du bisphénol A dans les matériaux destinés au contact des denrées alimentaires

La loi 2010-729 du 30 juin 2012 modifiée prévoit dans son article 1 [qu']" avant le 1er juillet 2014, le Gouvernement remette au Parlement un rapport "évaluant les substituts possibles au bisphénol A pour ses applications industrielles au regard de leur éventuelle toxicité."

Ce questionnaire est officiellement envoyé dans le cadre de l'élaboration de ce rapport, pour la partie concernant les matériaux au contact des denrées alimentaires.

La loi 2010-729 du 30 juin 2010 modifiée vise dans son article 1 les "contenants ou ustensiles comportant du bisphénol A et destinés à entrer en contact direct avec des denrées alimentaires" en distinguant deux catégories de denrées alimentaires :

- les denrées alimentaires pour les nourrissons et enfants en bas âge, au sens des a et b de l'article 2 de la directive 2006/141/ CE de la Commission du 22 décembre 2006 concernant les préparations pour nourrissons et les préparations de suite et modifiant la directive 1999/21/ CE.
- les denrées alimentaires destinées aux autres catégories de la population.

Ce questionnaire est composé de trois parties :

- une partie A "introduction générale" pour laquelle un **retour assez rapide est attendu (date : 14 avril 2014)**. Cette partie contient des informations générales ne nécessitant pas une compréhension poussée des aspects techniques, et qui pourront être mises à disposition des instances publiques officielles (ministères, autres EM, Commission européenne)
- une partie B pour les denrées alimentaires destinées aux nourrissons et enfants en bas âge. Cette partie contient des informations plus détaillées (**date limite : 19 mai 2014**)
- une partie C pour les denrées alimentaires destinées aux autres catégories de la population. Cette partie contient également des informations plus détaillées (**date limite : 19 mai 2014**).

Ne pas répondre si non concerné par une partie/ une question.

Remarques générales :

A Introduction générale

A.1 Présentez votre organisme, syndicat, structure...

A.2 Dans quelle mesure êtes vous concerné par la loi 2010-729 du 30 juin 2010 modifiée ? *Décrivez notamment les applications concernées, leur ampleur...*

A.3 Quelles ont été les principales applications pour lesquelles un travail de substitution a été rendu nécessaire suite à la loi précitée ?

A.4 Présentez de manière synthétique l'état de la substitution du bisphénol A à ce jour et l'état attendu au 1^{er} janvier 2015. *Indiquer notamment les grandes familles de matériaux (verniss, plastiques...) ou de substances retenues pour la substitution du bisphénol A.*

A.5 Si vous représentez un centre technologique ou de recherche, dans quelle mesure avez-vous travaillé sur la substitution ? Quelle est selon vous la situation actuelle et celle attendue au 1^{er} janvier 2015 ?

A.6 Dans quelle mesure êtes-vous (responsables de la mise sur le marché, distributeurs...) prêts pour l'application de la loi précitée au 1^{er} janvier 2015 ? Quelle est selon vous la situation actuelle et celle attendue au 1^{er} janvier 2015 ?

B Denrées alimentaires pour nourrissons et enfants en bas âge

B. 1 Quelles sont les applications pour lesquelles un travail de substitution a été engagé ? Ce travail avait-il démarré avant la publication de la loi ? Si oui, depuis quelle date ? *Détaillez et décrivez ces applications, leurs volumes, les aspects liés au commerce de ces marchandises...*

B. 2	<p>Pour chacune des applications détaillées en B1, quels sont les matériaux de substitution (familles de polymères, de vernis...) et les substances qui ont été envisagés pour cette substitution ?</p>
B. 3	<p>Quelles solutions ont été développées en remplacement des résines époxy et des polycarbonates ?</p> <p><i>Décrivez les matériaux mis en œuvre et les substances entrant dans leur composition, par famille de denrées alimentaires si nécessaire.</i></p> <p><i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF. Ces éléments pourront servir, sous réserve de votre accord, à alimenter une saisine de l'Anses.</i></p>
B. 4	<p>Quelles solutions ont été développées pour substituer les autres matériaux comportant du bisphénol A introduit lors de leur fabrication ou présent dans leurs matières premières (par exemple papiers et cartons, encres, adhésifs...) ?</p> <p><i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF. Ces éléments pourront servir, sous réserve de votre accord, à alimenter une saisine de l'Anses.</i></p>
B. 5	<p>Ces solutions sont-elles suffisamment satisfaisantes d'un point de vue de leur application industrielle ? (B3/4)</p>
B. 6	<p>Les matières plastiques sont réglementées par une liste positive communautaire. Le développement de nouvelles substances a-t-il été rendu nécessaire pour trouver des substituts au matériau polycarbonate ? Si oui, quelles sont ces substances et la procédure prévue aux articles 9 et suivants du règlement CE 1935/2004 a-t-elle été lancée ?</p>
B. 7	<p>Les vernis ne sont pas soumis au strict respect d'une liste de substances pour leur fabrication, toutefois la liste du règlement UE 10/2011 reste une liste de référence. Le développement de nouvelles substances a-t-il été rendu nécessaire pour trouver des substituts ?</p> <p>Quel est le profil toxicologique des substituts et les éléments dont vous disposez sur leur toxicité (études, information des fournisseurs, références réglementaires...)?</p> <p>En particulier, avez-vous du avoir recours à d'autres composés de la famille des bisphénols (examinés par l'Anses en mars 2013)? Dans ce cas, comment vous êtes vous assurés du caractère non perturbateur endocrinien de ces composés ?</p> <p><i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF. Ces éléments pourront servir, sous réserve de votre accord, à alimenter une saisine de l'Anses.</i></p>

B. 8	Dans le cadre de la situation résultant de la loi précitée, envisagez-vous de déposer un dossier auprès de la DGCCRF pour obtenir un avis de l'Anses pour une évaluation des risques des nouveaux vernis mis au point ?
B. 9	Mêmes questions (B7/8) pour les autres matériaux comportant du bisphénol A introduit lors de leur fabrication ou présent dans leurs matières premières (par exemple papiers et cartons, encres, adhésifs...) ? (uniquement dans les domaines non harmonisés au niveau de l'Union européenne).
B. 10	Y a-t-il des applications pour lesquelles le travail de substitution n'a toujours pas abouti malgré l'entrée en vigueur de la loi au 1 ^{er} janvier 2013 ? <i>Détaillez les raisons, justifications et difficultés techniques et scientifiques pour cette dernière question.</i> <i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF.</i>
C Autres denrées alimentaires que celles destinées aux nourrissons et enfants en bas âge	
C. 1	Quelles sont les applications pour lesquelles un travail de substitution a été engagé ? Ce travail avait-il démarré avant la publication de la loi ? Si oui, depuis quelle date ? <i>Détaillez et décrivez ces applications, leurs volumes, les aspects liés au commerce de ces marchandises...</i>
C. 2	Pour chacune des applications détaillées en B1, quels sont les matériaux de substitution (familles de polymères, de vernis...) et les substances qui ont été envisagés pour cette substitution ?
C. 3	Quelles solutions ont été développées en remplacement des résines époxy et des polycarbonates ? <i>Décrivez les matériaux mis en œuvre et les substances entrant dans leur composition, par famille de denrées alimentaires si nécessaire.</i> <i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF. Ces éléments pourront servir, sous réserve de votre accord, à alimenter une saisine de l'Anses.</i>
C. 4	Quelles solutions ont été développées pour les autres matériaux comportant du bisphénol A introduit lors de leur fabrication ou présent dans leurs matières premières (papiers et cartons, encres, adhésifs...) ? <i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF. Ces éléments pourront servir, sous réserve de votre accord, à alimenter une saisine de l'Anses.</i>

C. 5	Ces solutions sont-elles suffisamment satisfaisantes du point de vue de leur applicabilité industrielle ? (C3/4)
C. 6	Les matières plastiques sont réglementées par une liste positive communautaire. Le développement de nouvelles substances a-t-il été rendu nécessaire pour trouver des substituts au matériau polycarbonate ? Si oui, quelles sont ces substances et la procédure prévue aux articles 9 et suivants du règlement CE 1935/2004 a-t-elle été lancée ?
C. 7	<p>Les vernis ne sont pas soumis au strict respect d'une liste de substances pour leur fabrication, toutefois la liste du règlement UE 10/2011 reste une liste de référence. Le développement de nouvelles substances a-t-il été rendu nécessaire pour trouver des substituts ?</p> <p>Quel est le profil toxicologique des substituts et les éléments dont vous disposez sur leur toxicité (études, information des fournisseurs, références réglementaires...) ?</p> <p>En particulier, avez-vous dû avoir recours à d'autres composés de la famille des bisphénols (examinés par l'Anses en mars 2013)? Dans ce cas, comment vous êtes vous assurés du caractère non perturbateur endocrinien de ces composés ?</p> <p><i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF. Ces éléments pourront servir, sous réserve de votre accord, à alimenter une saisine de l'Anses.</i></p>
C. 8	Dans le cadre de la situation résultant de la loi précitée, envisagez-vous de déposer un dossier auprès de la DGCCRF pour obtenir un avis de l'Anses pour une évaluation des risques des nouveaux vernis mis au point ?
C. 9	Mêmes questions (B7/8) pour les autres matériaux comportant du bisphénol A introduit lors de leur fabrication ou présent dans leurs matières premières (par exemple papiers et cartons, encres, adhésifs...) ? (uniquement dans les domaines non harmonisés au niveau de l'Union européenne).
C. 10	<p>Y a-t-il des applications pour lesquelles le travail de substitution est toujours en cours ? Pour lesquelles il n'est pas assuré à ce jour que la mise au point des substituts pourra être effective au 1^{er} janvier 2015 ? <i>Détaillez les raisons, justifications et difficultés techniques et scientifiques pour cette dernière question.</i></p> <p><i>Les éléments jugés confidentiels ne seront pas repris dans votre réponse au questionnaire mais feront l'objet d'un document séparé suffisamment détaillé transmis à la DGCCRF.</i></p>

ANNEXE 5 : Présentation des parties prenantes au questionnaire

- **Secteurs des matières plastiques dont polycarbonate**

Plastics Europe est le syndicat européen des producteurs de matières plastiques. La structure est active dans 31 pays en Europe et regroupe plus de 90% de la production des polymères plastiques sur ce territoire. Site web : www.plasticseurope.org

ELIPSO représente les fabricants d'emballages plastiques et d'emballages souples en France et compte 130 membres, ce qui représente 75 à 90% des fabricants selon les secteurs d'activité. Ces industries sont présentes dans tous les secteurs de l'industrie et de la distribution que ce soit en agroalimentaire ou encore en beauté, hygiène, entretien, chimie, produits industriels, bâtiment, transport et logistique. Selon ELIPSO, les industries de l'emballage plastique et de l'emballage souple en France emploient 40 000 collaborateurs dans 320 entreprises. Site web : www.elipso.org

La Fédération de la Plasturgie et des Composites est l'organisation représentative du secteur de la transformation des matières plastiques (conception et fabrication de produits en matière plastique). Elle représente plus de 3 800 entreprises, soit plus de 136 000 salariés issus principalement de PME. Elle est présente dans les grands secteurs de l'industrie que sont l'agroalimentaire, l'automobile, l'aéronautique, le bâtiment, la santé, les produits électriques et électroniques, etc. Site web : www.laplasturgie.fr

L'Association Française de l'Industrie des Fontaines à Eau (AFIFAE) regroupe depuis 1997 les opérateurs de la profession : embouteilleurs, distributeurs et fabricants de fontaines et d'accessoires. Sa mission est d'accompagner ses membres dans la définition, l'adoption et la promotion de bonnes pratiques et de standards de qualité. Elle est par ailleurs l'interlocuteur privilégié des pouvoirs publics dans le cadre de la réglementation du secteur. Le conditionnement des bonbonnes d'eau de source est la principale application concernée. Site web : <http://www.afifae.fr/>

- **Secteur des fabricants d'emballages métalliques**

Créé en 1915, le **SNFBM** (Syndicat national des fabricants des boîtes, emballages et bouchages métalliques) représente les fabricants d'emballages et bouchages métalliques (boîtes de conserve, boîtes boissons, boîtes pour produits chimiques et industriels, aérosols, boîtes promotionnelles alimentaires et non alimentaires, couvercles pour bocaux en verre). Site web : SNFBM : www.snfbm.fr

Les aérosols et les bouchons en aluminium et bouchons couronnes en acier (environ 400 millions d'euros de chiffre d'affaires) ne font pas partie du périmètre des adhérents du SNFBM (environ 200 millions d'euros de chiffre d'affaires).

- **Secteur des fabricants de papiers et cartons et des encres, vernis et adhésifs**

Le **Club MCAS** (Matériaux Contact Alimentaire Santé) est une association loi 1901 créée en 1989 par des fabricants et transformateurs de papiers cartons destinés au contact des denrées alimentaires, et axée sur le respect d'une charte d'engagement. Dotée d'un pôle de recherche, l'association sert de pôle d'expertise pour les industriels du secteur papier/carton. Elle rassemble les producteurs et les transformateurs de papiers et cartons destinés au contact alimentaire, les entreprises utilisatrices de ces papiers et cartons, ainsi que les fournisseurs d'adjuvants. Site web: http://www.club-mcas.fr/autres_index/index_index_club.php

L'AFEI (Association des fabricants d'encre d'imprimerie) compte 10 adhérents qui représentent plus de 80% de ce marché. L'AFEI est en France affiliée à la FIPEC (Fédération des Industries des Peintures, Encre, Couleurs, Colles et Adhésifs) et en Europe au CEPE (Conseil Européen de l'Industrie des Peintures, des Encre d'imprimerie et des Couleurs d'Art). Site web : <http://afei.fipec.org/afei/>

- **Secteur de l'agroalimentaire**

L'**ANIA** (Association Nationale des Industries Alimentaires) : cette association créée en juillet 1968 rassemble 20 fédérations nationales sectorielles et 21 associations régionales, représentatives des 11 000 entreprises alimentaires de tous secteurs et de toutes tailles. Site web : <http://www.ania.net/>

L'**ADEPALE** (Association Des Entreprises de Produits ALimentaires Elaborés), membre de l'ANIA, représente un des principaux regroupements professionnels de l'industrie alimentaire. Elle regroupe quatre syndicats : les Entreprises du traiteur frais (ETF), la Fédération des industries d'aliments conservés (FIAC), la Fédération nationale du légume sec (FNLS) et le syndicat de rizerie française (SRF). Site web : <http://adepale.org/>

La **FIAC** (Fédération des Industries d'Aliments Conservés) rassemble les entreprises de toute taille et de tout statut fabriquant des aliments conservés et en particulier les conserves (ou produits appertisés) et semi-conserves, compotes, confitures et légumes, fruits et champignons surgelés. En septembre 2013, 127 entreprises adhèrent à la FIAC et représentaient, selon les secteurs, entre 60% et 100% de la production française.

La FIAC s'est dotée d'un Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles (CTCPA) qui a pour mission d'apporter un soutien technique à la profession et qui a également répondu au questionnaire de la DGCCRF. Le **CTCPA** est un centre technique industriel créé et géré depuis 1950 par les fabricants de conserves et de déshydratés. Tous les fabricants de produits déshydratés, de conserves de fruits, de légumes, de plats cuisinés et de foie gras sont ressortissants du CTCPA, qui apporte son appui technique. Site web : CTCPA : <http://www.ctcpa.org/>

- **Secteurs de la distribution**

La Fédération des entreprises du Commerce et de la Distribution (**FCD**) regroupe les entreprises du commerce à prédominance alimentaire ou spécialisées. Le syndicat de base de la Fédération s'est constitué le 26 mars 1906 à partir des succursalistes alimentaires qui s'étaient créés vers la fin du 19ème siècle. Site web : FCD : www.fcd.asso.fr

ANNEXE 6 : Contenu des étapes de substitution pour les vernis époxydes

Selon les différentes parties prenantes :

ETAPE 1 :

- Sélection de vernis de substitution développés par les fabricants de vernis.
- Vérification par les industriels de leur innocuité.

ETAPE 2 :

Des tests préliminaires industriels sont effectués, il s'agit de tester :

- la bonne accroche des vernis sur les métaux utilisés (fer ou aluminium) ;
- le passage dans des presses et emboutisseuses sans altération de l'étanchéité.

Chaque essai nécessite un arrêt des lignes de production dans chaque usine, une disponibilité et une formation des équipes techniques pour valider ces tests.

Les objectifs techniques de l'étape 2 sont les suivants :

- une bonne application dans toutes les usines de production.
- une bonne adhérence au métal.
- une bonne adhérence inter-couches (certaines applications pour des produits agressifs nécessitent plusieurs couches de revêtements).
- une bonne adhérence du fond de la boîte (fermeture hermétique de la boîte).
- une bonne flexibilité et la formabilité des opérations de formage complexes.

ETAPE 3

Cette étape consiste à tester chez le conserveur, dans les conditions industrielles réelles, quelques centaines à quelques milliers de boîtes.

Cette validation est faite en laboratoire par remplissage des boîtes. C'est à cette étape que les tests de vieillissement sont effectués de façon accélérée afin de vérifier la fiabilité des vernis dans le temps par type de produit et d'émettre des recommandations en termes de durabilité.

ETAPE 4

L'étape 4 représente le développement industriel en premier lieu chez le fournisseur de boîtes mais aussi chez le conserveur. L'industrie agroalimentaire vérifie le comportement des solutions alternatives dans toute la gamme de produits proposée par cette industrie avec différentes méthodes et matériels d'appertisation, de pasteurisation, etc.

Ensuite, vient l'étape de vieillissement en conditions réelles (quelques dizaines de milliers de boîtes, plusieurs centaines de milliers de boîtes voire plusieurs millions). C'est le conditionneur qui, in fine, déterminera la date limite d'utilisation optimale (DLUO) de ses produits en fonction des résultats obtenus.

Les objectifs techniques des étapes 3 et 4 sont les suivants :

- une bonne résistance chimique aux éléments corrosifs des aliments solides ou liquides ;
- une bonne résistance des processus de traitement à haute température ;
- une bonne propriété barrière aux substances volatiles de faible poids moléculaire.

ETAPE 5

Cette étape définit l'approbation globale des substituts en production totale : quelques dizaines de millions de boîtes.