

Le bisphénol A chez les animaux de compagnie : exposition, effets endocriniens et risques pour la santé

Auteur : Rinaldi, Maxime

Promoteur(s) : Douny, Caroline

Faculté : Faculté de Médecine Vétérinaire

Diplôme : Master en médecine vétérinaire

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/23568>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Le bisphénol A chez les animaux de compagnie : Exposition, effets endocriniens et risques pour la santé

*Bisphenol A in companion animals:
Exposure, endocrine effects and health risks*

Maxime RINALDI

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade
de Médecin vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2024/2025

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

Le bisphénol A chez les animaux de compagnie : Exposition, effets endocriniens et risques pour la santé

***Bisphenol A in companion animals:
Exposure, endocrine effects and health risks***

Maxime RINALDI

Tuteur : Caroline DOUNY

Première assistante

Département de sciences des denrées alimentaires (DDA)

Travail de fin d'études

présenté en vue de l'obtention du grade

de Médecin vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2024/2025

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

Le bisphénol A chez les animaux de compagnie : Exposition, effets endocriniens et risques pour la santé

OBJECTIF DU TRAVAIL

Ce travail de fin d'études vise à explorer l'exposition des animaux de compagnie au bisphénol A (BPA), un perturbateur endocrinien largement présent dans l'environnement domestique. L'objectif principal est d'identifier les sources d'exposition potentielles chez le chien et le chat, d'analyser les effets endocriniens décrits dans la littérature scientifique vétérinaire et biomédicale, et d'évaluer les risques sanitaires associés à cette exposition. Ce travail se fonde exclusivement sur une revue bibliographique approfondie, sans expérimentation ni analyse de données.

RESUME

Le bisphénol A (BPA) est un perturbateur endocrinien largement utilisé dans la fabrication des plastiques et des résines époxy. Il est reconnu pour sa capacité à interférer avec le système hormonal, même à faibles doses. Alors que son impact sur la santé humaine et les modèles expérimentaux est bien documenté, peu de données sont disponibles concernant les animaux de compagnie, malgré leur exposition potentielle chronique dans l'environnement domestique.

Ce travail de fin d'études vise à explorer l'exposition au BPA chez les chiens et les chats, en identifiant les sources majeures de contamination (emballages alimentaires, poussières, jouets) et en analysant les effets endocriniens rapportés dans la littérature scientifique. L'étude repose sur une revue bibliographique critique de publications issues de bases de données spécialisées.

Les données collectées suggèrent une exposition significative au BPA chez ces espèces, avec des concentrations urinaires parfois comparables à celles observées chez l'humain. Les effets suspectés incluent des altérations de la reproduction, du métabolisme et du

système immunitaire. Toutefois, les études restent fragmentaires, et les mécanismes d'action spécifiques, les seuils de toxicité et les risques à long terme sont encore mal définis.

En conclusion, le BPA constitue une menace environnementale plausible pour la santé des animaux de compagnie. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour combler les lacunes existantes, mieux évaluer l'impact réel de cette exposition et orienter les futures recommandations vétérinaires et réglementaires.

Bisphenol A in companion animals: Exposure, endocrine effects and health risks

AIM OF THE WORK

The aim of this dissertation is to explore the exposure of companion animals to bisphenol A (BPA), a widespread endocrine-disrupting chemical present in the domestic environment. The primary objective is to identify potential sources of BPA exposure in dogs and cats, to analyze the endocrine effects reported in veterinary and biomedical literature, and to assess the related health risks. This work is based exclusively on a thorough bibliographic review, without experimentation or data analysis.

SUMMARY

Bisphenol A (BPA) is a widely used endocrine-disrupting chemical found in plastics and epoxy resins. Known for its ability to interfere with hormonal signaling at low doses, BPA has been extensively studied in humans and laboratory animals. However, limited data are available regarding its impact on companion animals, despite their potential for chronic exposure in domestic environments.

This dissertation aims to assess BPA exposure in dogs and cats by identifying major contamination sources (food packaging, dust, toys) and reviewing reported endocrine effects in scientific literature. The study is based on a critical bibliographic review using specialized databases.

Collected data suggest that companion animals may exhibit significant BPA exposure, with urinary levels sometimes comparable to those in humans. Suspected effects include reproductive, metabolic, and immune alterations. However, the available studies are fragmented, and key aspects such as toxic thresholds, long-term consequences, and species-specific mechanisms remain poorly understood.

In conclusion, BPA represents a plausible environmental health concern for companion animals. Further research is essential to bridge current knowledge gaps, better characterize health risks, and inform veterinary practices and regulatory strategies.

Remerciements

Ce travail marque la fin d'un long parcours universitaire, riche en apprentissages, en remises en question, et en belles rencontres. Il ne serait pas complet sans quelques mots pour remercier celles et ceux qui m'ont accompagné sur cette route.

Je tiens tout d'abord à remercier Madame Caroline Douny, ma tutrice, pour son accompagnement bienveillant, ses conseils pertinents et sa disponibilité à chaque étape de ce mémoire. Merci de m'avoir guidé avec rigueur et clarté, tout en me laissant l'espace pour réfléchir et approfondir ce sujet.

Un grand merci également à l'ensemble des enseignants et du personnel de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège pour la qualité des enseignements reçus, leur engagement et leur passion communicative pour notre profession.

Je souhaite adresser ma reconnaissance à mes maîtres de stage, pour leur accueil, leur pédagogie, leur patience, et pour m'avoir permis de confronter les apprentissages théoriques à la réalité du terrain. Leur expérience et leurs conseils m'ont beaucoup appris et continueront de m'inspirer dans ma future pratique.

Un grand merci à mes amis et collègues de promo : on s'est soutenus, motivés, parfois tirés vers le haut dans les moments de rush, merci pour toutes ces années passées ensemble, à jongler entre cours, stages, projets et... un peu de fête aussi.

Un merci tout particulier à Pauline Petit, pour sa relecture attentive et ses précieux retours qui ont contribué à améliorer la clarté et la fluidité de ce travail.

Enfin, merci du fond du cœur à ma famille, pour sa présence constante, son soutien inconditionnel et sa patience à toute épreuve. Vos encouragements ont toujours été une source de force.

Table des matières

1.	Introduction.....	10
1.1.	Contexte général	10
1.2.	Problématique	10
1.3.	Objectifs du travail de fin d'études	11
1.4.	Plan du mémoire	12
2.	Revue de littérature	12
2.1.	Les perturbateurs endocriniens	12
2.2.	Le bisphénol A.....	14
2.3.	Le bisphénol A chez les animaux de compagnie.....	16
2.4.	Contenants alimentaires : sources de bisphénol A et risques pour les animaux de compagnie	17
2.4.1.	Présence de BPA dans les emballages alimentaires	18
2.4.2.	Migration du BPA vers les aliments	18
2.4.3.	Risques pour la santé des animaux de compagnie	19
2.4.4.	Réglementations et alternatives	20
3.	Réflexion méthodologique sur la stratégie bibliographique.....	21
3.1.	Bases de données et moteurs de recherche	21
3.2.	Mots-clés utilisés	22
3.3.	Critères d'inclusion et d'exclusion	22
3.4.	Sélection finale et gestion bibliographique	22
4.	Résultats et discussion critique	23
4.1.	Comparaison des niveaux d'exposition selon les types d'aliments	23
4.2.	Limites méthodologiques des études existantes.....	23
4.3.	Retombées potentielles sur la santé animale	24
4.4.	Facteurs influençant la sensibilité des animaux de compagnie au BPA.....	24
4.4.1.	Âge et stade physiologique.....	24
4.4.2.	Race, gabarit et statut métabolique	25
4.4.3.	Comportements favorisant l'exposition	26
4.5.	Encadrement réglementaire et limites légales actuelles	26
4.5.1.	Cadre européen et réévaluation de l'EFSA	26
4.5.2.	Politiques nationales : États-Unis, Canada et États membres de l'UE	27
4.5.3.	Vide réglementaire dans l'alimentation animale.....	27

4.6.	Limites de la littérature et pistes d'amélioration méthodologique.....	28
5.	Conclusion et recommandations	29
5.1.	Bilan général	29
5.2.	Portée des études et extrapolations à l'humain.....	29
5.3.	Perspectives et recommandations.....	30
6.	Enjeux One Health : le bisphénol A au croisement de la santé animale, humaine et environnementale	31
	Références bibliographiques.....	33

1. Introduction

1.1. Contexte général

Ces dernières décennies, la question des perturbateurs endocriniens (PE) est devenue un enjeu majeur de santé publique, en raison de leur capacité à interférer avec le système hormonal des êtres vivants. Qu'ils soient d'origine naturelle ou synthétique, ces composés sont capables de mimer, bloquer ou modifier l'action des hormones endogènes, parfois à de très faibles doses, et à différents stades du développement (1).

Chez l'humain, l'exposition aux PE est aujourd'hui bien documentée. Ils sont associés à divers effets sanitaires indésirables, et leurs sources dans l'environnement quotidien sont multiples (1, 2). Les mécanismes d'action, les contextes d'exposition et les risques associés feront l'objet d'un développement plus approfondi dans la section suivante.

Les animaux de compagnie, et en particulier les chiens et les chats, partagent l'environnement intérieur de leurs propriétaires au quotidien. Leur proximité avec certaines sources de contamination domestique, leur comportement exploratoire (léchage, contact avec le sol) et leur régime alimentaire spécifique font d'eux des modèles pertinents pour étudier l'exposition chronique à certaines substances chimiques, notamment les perturbateurs endocriniens (3). Ils pourraient ainsi servir d'indicateurs précoce de certains risques environnementaux communs à l'humain (3).

1.2. Problématique

Parmi les perturbateurs endocriniens, le bisphénol A (BPA) fait l'objet d'une attention scientifique et réglementaire particulière. Utilisé depuis les années 1960, ce composé entre dans la fabrication des plastiques polycarbonates et des résines époxy, que l'on retrouve dans de nombreux objets du quotidien : contenants alimentaires, boîtes de conserve, revêtements de canettes, jouets, gamelles en plastique ou papiers thermiques (4).

Le BPA est capable de se lier aux récepteurs des œstrogènes et d'en perturber le fonctionnement. Chez les animaux de laboratoire, il a été associé à des effets délétères sur la reproduction, le développement neurologique, le métabolisme et le système

immunitaire (5). Plus récemment, des études ont mis en évidence la présence de BPA dans les urines de chiens et de chats, parfois à des concentrations proches ou supérieures à celles observées chez l'humain, suggérant une exposition chronique via les aliments, les emballages ou l'environnement domestique (6).

Malgré ces observations, les effets spécifiques du BPA sur la santé des animaux de compagnie restent mal documentés. Les mécanismes d'action, les seuils de toxicité propres à ces espèces et les conséquences à long terme de l'exposition chronique sont encore largement méconnus. Cela soulève des enjeux majeurs pour la santé animale et, indirectement, pour la santé humaine, anticipant une réflexion élargie dans une perspective One Health en fin de travail.

1.3. Objectifs du travail de fin d'études

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'exposition des animaux de compagnie, principalement les chiens et les chats, au bisphénol A (BPA), un perturbateur endocrinien présent dans de nombreux objets du quotidien. Plus précisément, ce mémoire vise à :

- Identifier les principales sources d'exposition au BPA dans l'environnement domestique des animaux de compagnie ;
- Analyser une revue critique de la littérature scientifique relative aux effets endocriniens du BPA observés chez ces espèces, ainsi que les extrapolations possibles à partir d'études menées sur d'autres modèles animaux ;
- Mettre en évidence les lacunes scientifiques existantes concernant l'évaluation des risques sanitaires associés à cette exposition ;
- Souligner le rôle potentiel des animaux de compagnie comme bioindicateurs d'exposition environnementale, en tant que sentinelles du risque pour la santé humaine.

Ce travail se base exclusivement sur une recherche bibliographique, réalisée à partir de publications scientifiques issues de bases de données spécialisées, sans recueil de données expérimentales ou cliniques.

1.4. Plan du mémoire

Le présent mémoire est structuré en six grandes parties :

- La première section introduit le contexte général des perturbateurs endocriniens, puis développe la problématique spécifique du bisphénol A chez les animaux de compagnie.
- La deuxième section propose une revue de littérature approfondie sur les propriétés du BPA, ses voies d'exposition, ses effets physiopathologiques connus et les données disponibles chez le chien et le chat.
- La troisième section décrit la méthodologie utilisée pour la recherche bibliographique, incluant les bases de données consultées, les mots-clés, et les critères de sélection des publications.
- La quatrième section présente les résultats issus de la littérature, accompagnés d'une discussion critique mettant en lumière les zones d'incertitude, les pistes de recherche futures et les implications vétérinaires et environnementales.
- La cinquième section résume les principales conclusions de ce travail et formule des recommandations à destination des propriétaires, des vétérinaires et des autorités.
- Enfin, une sixième section propose une ouverture sur les enjeux globaux du BPA à l'échelle de la santé publique dans une approche "One Health".

2. Revue de littérature

Cette revue de la littérature vise à présenter les caractéristiques du bisphénol A, ses voies d'exposition, ses effets connus sur la santé, ainsi que les données disponibles concernant l'exposition et les effets chez les animaux de compagnie.

2.1. Les perturbateurs endocriniens

Les perturbateurs endocriniens (PE) sont des substances chimiques, naturelles ou synthétiques, capables d'interférer avec le fonctionnement normal du système hormonal des êtres vivants. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), un perturbateur

endocrinien est « une substance ou un mélange exogène altérant les fonctions du système endocrinien et induisant ainsi des effets néfastes sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou de sous-populations » (2).

Ces substances peuvent mimer, bloquer ou modifier l'action des hormones endogènes en se fixant sur leurs récepteurs, en altérant leur production, leur transport, leur métabolisme ou leur excrétion (2). Leur action à très faibles doses, souvent en dessous des seuils toxiques classiques, complique leur détection et leur régulation (1). Cette caractéristique est illustrée par des études ayant mis en évidence des effets biologiques à des concentrations très faibles de perturbateurs endocriniens, avec parfois des relations dose-réponse non monotones. Autrement dit, l'effet n'est pas toujours proportionnel à la dose administrée, ce qui complique l'établissement de seuils réglementaires fiables (7, 8).

Ils sont suspectés ou reconnus comme impliqués dans de nombreuses pathologies : troubles de la reproduction, anomalies du développement fœtal, perturbations métaboliques (diabète, obésité), cancers hormono-dépendants, ou encore troubles neurologiques et comportementaux (5). Ces effets peuvent survenir à tout moment de la vie, mais ils sont particulièrement préoccupants lors des périodes sensibles du développement (gestation, enfance, puberté) (7).

Les PE sont aujourd'hui omniprésents dans l'environnement quotidien. Ils peuvent être retrouvés dans les plastiques (notamment les polycarbonates), les cosmétiques, les pesticides, les retardateurs de flamme, les métaux lourds, ou encore les médicaments vétérinaires et humains (8). Les voies d'exposition sont multiples : ingestion, inhalation, contact cutané, voire transmission *in utero* ou via le lait maternel.

Chez les animaux, tout comme chez l'humain, les PE soulèvent des inquiétudes croissantes, notamment dans les milieux domestiques où les expositions sont souvent chroniques, multiples et peu contrôlées. Les chiens et les chats, en partageant le même environnement que leurs propriétaires, peuvent également être exposés aux PE via l'alimentation, les jouets, les textiles, les revêtements de sol, ou encore les poussières domestiques (3). Ces espèces peuvent ainsi servir de modèles sentinelles, reflétant les niveaux d'exposition de la cellule familiale humaine.

2.2. Le bisphénol A

Le bisphénol A (BPA) est un composé organique de synthèse appartenant à la famille des diphenylméthanes. Il est plus précisément désigné sous le nom de 2,2-bis(4-hydroxyphényl)propane. Sa structure résulte de la condensation de deux molécules de phénol avec une molécule d'acétone, donnant naissance à un carbone central (issu de l'acétone) relié à deux groupes méthyles (-CH₃) et à deux cycles aromatiques (issus des phénols). Chaque cycle porte un groupe hydroxyle (-OH) en position para, ce qui confère au BPA des propriétés proches de celles des œstrogènes endogènes (9). (*Voir figure 1*)

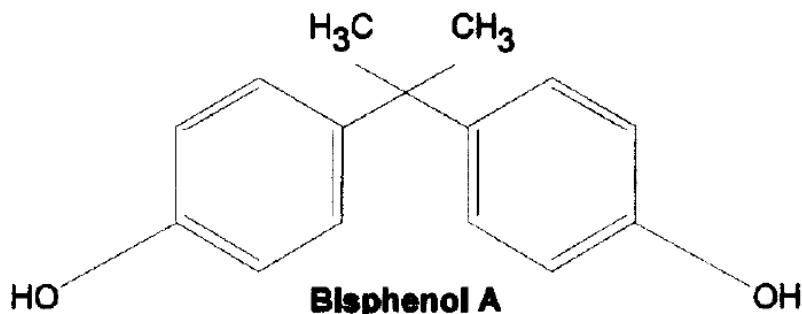


Figure 1. Structure moléculaire du bisphénol A (BPA) (9).

Utilisé depuis les années 1960, le BPA est principalement employé dans la fabrication des plastiques polycarbonates et des résines époxy. On le retrouve dans de nombreux produits de consommation courante tels que les contenants alimentaires (biberons, boîtes hermétiques), les revêtements internes de boîtes de conserve ou de canettes, les papiers thermiques (tickets de caisse), ainsi que dans certains matériaux dentaires (4).

Le BPA est un perturbateur endocrinien reconnu. Il peut interagir avec divers récepteurs hormonaux, notamment les récepteurs des œstrogènes (ER α et ER β), des androgènes et des récepteurs nucléaires comme les PPAR. Son affinité pour les récepteurs œstrogéniques lui permet de mimer ou de bloquer l'action des œstrogènes naturels, selon les contextes cellulaires et les doses (10).

Les effets du BPA ont été largement étudiés chez les rongeurs et d'autres modèles expérimentaux. Il a été associé à une variété d'effets délétères : anomalies de la reproduction (altération de la spermatogenèse, perturbation du cycle ovarien), développement anormal du cerveau et du comportement, troubles métaboliques (obésité, diabète de type 2), ainsi qu'à une sensibilité accrue à certains cancers hormono-dépendants (11). Certains auteurs ont souligné la complexité des effets du BPA, qui peuvent varier selon le sexe, le stade de développement, et même selon le tissu cible, rendant difficile l'établissement de profils toxicologiques universels (10).

Le BPA est principalement absorbé par voie orale, mais une exposition peut également se faire par voie cutanée ou par inhalation de poussières. Une fois dans l'organisme, il est métabolisé rapidement dans le foie en une forme conjuguée, le BPA-glucuronide, considéré comme biologiquement inactive. Cependant, certaines études montrent que même cette forme conjuguée pourrait avoir une activité biologique résiduelle, et que la rapidité du métabolisme varie selon les espèces et les périodes de vie (ex. période fœtale ou néonatale) (12). En effet, bien que le BPA soit rapidement conjugué en BPA-glucuronide, des travaux ont montré que cette forme pourrait être reconvertie partiellement en BPA libre dans certains tissus ou par la flore intestinale, augmentant ainsi la durée d'exposition aux formes actives (12). Cette bioconversion et la variabilité interindividuelle dans la cinétique du BPA pourraient influencer la sensibilité des animaux exposés de manière chronique, notamment si des différences métaboliques existent entre espèces.

Du point de vue environnemental, le BPA est relativement instable dans les milieux aqueux et est dégradé par les microorganismes. Cependant, en conditions anaérobies ou à faibles températures, sa persistance peut être prolongée, entraînant une contamination chronique des ressources hydriques ou des sols (9).

En raison des risques sanitaires associés, plusieurs mesures réglementaires ont été prises ces dernières années dans différentes régions du monde. En Europe, l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) a classé le BPA comme substance extrêmement préoccupante (SVHC) pour ses propriétés de perturbateur endocrinien, et l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a récemment réévalué à la baisse sa dose journalière tolérable (DJT) (13). Depuis janvier 2020, l'utilisation du BPA est

également interdite dans les papiers thermiques (notamment les tickets de caisse), et, depuis septembre 2018, il est interdit dans les biberons en plastique ainsi que dans les emballages contenant des aliments pour bébés et enfants de moins de trois ans (14).

2.3. Le bisphénol A chez les animaux de compagnie

Les animaux de compagnie, en particulier les chiens et les chats, partagent étroitement l'environnement domestique de leurs propriétaires. De ce fait, ils sont exposés à divers contaminants présents dans l'air, les poussières, les objets ménagers et l'alimentation. Le bisphénol A (BPA), omniprésent dans de nombreux matériaux plastiques et revêtements, fait partie des substances auxquelles ces animaux sont régulièrement exposés, souvent de manière chronique (3).

Plusieurs études ont mis en évidence la présence de BPA dans les urines de chiens et de chats. Par exemple, la consommation de nourriture en conserve chez le chien a été associée à une augmentation significative des concentrations urinaires de BPA, suggérant une contamination directe par l'emballage (6).

D'autres travaux ont détecté des perturbateurs endocriniens, tels que les benzophénones, dans les poils de chiens, indiquant une exposition environnementale diffuse aux filtres UV et à d'autres plastifiants potentiels (15). Cette étude a mis en évidence des concentrations élevées, notamment de BP-1 et BP-3, dans les poils de chiens vivant en milieu urbain, confirmant une exposition à des composés lipophiles issus des plastiques ou des cosmétiques humains. Le pelage pourrait ainsi constituer un matériau de biosurveillance pertinent pour ce type de contaminants (15).

Chez les chats, l'exposition au BPA pourrait également être favorisée par leur comportement de léchage fréquent, leur proximité avec des surfaces plastifiées et l'environnement au sol, et l'ingestion de poussières domestiques, comme cela a été démontré dans des études portant sur l'exposition humaine à des contaminants similaires (16). Ces résultats obtenus chez l'enfant montrent que les poussières intérieures peuvent constituer un vecteur majeur d'exposition chronique à de nombreux polluants chimiques, ce qui peut être extrapolé aux chats et chiens vivant dans des environnements domestiques clos, sans renouvellement d'air optimal.

Les effets biologiques du BPA chez les chiens et chats restent encore peu documentés. Néanmoins, certaines recherches suggèrent que le BPA peut interagir avec les récepteurs des hormones thyroïdiennes, perturbant leur signalisation et affectant potentiellement le développement et le métabolisme chez diverses espèces (17). Les bisphénols, en interagissant avec les récepteurs des hormones thyroïdiennes ou en modifiant leur transport, peuvent altérer la régulation de l'axe hypothalamo-hypophyso-thyroïdien, affectant indirectement le développement cérébral, la thermorégulation et le métabolisme de base, notamment chez les jeunes individus exposés *in utero* ou en postnatal (17).

Les animaux de compagnie sont aujourd'hui envisagés comme des bioindicateurs pertinents de l'exposition humaine aux contaminants environnementaux. Leur proximité constante avec l'environnement intérieur, leur régime alimentaire souvent standardisé et leur espérance de vie réduite par rapport à l'humain en font des modèles idéaux pour étudier l'impact de substances telles que le BPA (3).

D'autres espèces, comme les abeilles, sont également utilisées comme indicateurs environnementaux dans les études écotoxicologiques (18). L'usage des abeilles repose sur leur capacité à bioaccumuler des traces de polluants présents dans l'air, l'eau et les plantes, ce qui illustre l'intérêt d'espèces non humaines pour surveiller la qualité de l'environnement (18). Ce principe peut être transposé aux carnivores domestiques dans une approche "One Health".

En résumé, bien que la présence de BPA chez les chiens et les chats soit désormais bien établie, ses effets réels sur leur santé et leur rôle dans l'évaluation du risque environnemental méritent d'être mieux étudiés.

2.4. Contenants alimentaires : sources de bisphénol A et risques pour les animaux de compagnie

Après avoir examiné l'exposition générale des animaux de compagnie au BPA via leur environnement domestique, cette section s'intéresse plus spécifiquement aux contenants alimentaires, tels que les boîtes de conserve, les sachets plastiques et les barquettes, qui représentent une source significative d'exposition chronique. Ces

emballages, couramment utilisés pour conditionner les aliments humides, peuvent libérer du bisphénol A (BPA), un composé chimique présent dans certains plastiques et résines époxy.

2.4.1. Présence de BPA dans les emballages alimentaires

- Boîtes de conserve : Le BPA est couramment utilisé dans les revêtements internes des boîtes métalliques, pour prévenir la corrosion et protéger les aliments. Une étude a révélé que la concentration de BPA dans les aliments en conserve pour chats variait de 13 à 136 ng/g, et de 11 à 206 ng/g dans ceux pour chiens (19).
- Sachets plastiques et barquettes : Bien que les niveaux de BPA soient généralement plus faibles dans ces types d'emballages comparés aux boîtes de conserve, des traces de BPA ont néanmoins été détectées. Une étude menée en République tchèque a montré que les concentrations de BPA dans les aliments pour chats conditionnés en sachets ($0,59 \pm 0,59$ ng/g) étaient significativement inférieures à celles trouvées dans les boîtes de conserve ($24,6 \pm 34,8$ ng/g). Les barquettes ($1,58 \pm 0,97$ ng/g) et les aliments secs ($1,18 \pm 0,52$ ng/g) présentaient également des niveaux de BPA plus faibles que les conserves, soulignant l'influence du type de conditionnement sur l'exposition potentielle (20).

2.4.2. Migration du BPA vers les aliments

La migration du BPA depuis l'emballage vers l'aliment dépend de plusieurs facteurs :

- Température et durée de stockage : Des températures élevées et des durées de stockage prolongées augmentent significativement la migration du BPA. Une étude a démontré que des traitements thermiques appliqués à des bouteilles en PET à 35 °C et 45 °C augmentaient la migration du BPA. Celle-ci était mesurée dans des simulants alimentaires (des substances standardisées utilisées pour imiter le comportement de vrais aliments), notamment sous l'effet combiné de la chaleur et des UV (21).

- Nature de l'aliment : Les aliments acides ou riches en matières grasses peuvent favoriser la migration du BPA (21).

Bien que ces données soient issues de modèles simulés ou humains, elles permettent d'estimer le potentiel de migration du BPA dans des conditions similaires à celles des aliments pour animaux de compagnie.

2.4.3. Risques pour la santé des animaux de compagnie

L'ingestion chronique de BPA via l'alimentation soulève des inquiétudes concernant la santé des animaux de compagnie. En effet, l'exposition au BPA est associée à divers effets délétères, notamment des perturbations endocrinianes, des anomalies de la reproduction, des altérations métaboliques et des troubles du développement. Bien que les études vétérinaires directes soient rares, plusieurs travaux expérimentaux suggèrent néanmoins des effets similaires potentiels chez les chiens et chats.

Une étude *in vitro* a révélé que l'exposition de cellules testiculaires primaires de chien au BPA induisait des modifications morphologiques significatives, une perte d'intégrité membranaire et une réduction de la viabilité cellulaire (22). Le BPA a présenté une cytotoxicité mesurable, avec une concentration inhibitrice médiane (IC50) de 161,81 nM, suggérant un effet reprotoxique potentiel sur les cellules germinales canines (22). Ces résultats expérimentaux, bien qu'obtenus *in vitro*, indiquent que le BPA pourrait perturber la fonction testiculaire en favorisant l'apoptose des cellules de soutien (Sertoli) et en altérant le développement des cellules germinales. Cette hypothèse est cohérente avec les observations faites chez d'autres espèces, où une exposition prénatale ou néonatale au BPA est associée à des anomalies de la reproduction et à une diminution de la qualité du sperme (22).

La confirmation de ces effets dans des conditions réelles nécessiterait cependant des études longitudinales spécifiques chez ces espèces. Des investigations complémentaires sont nécessaires pour déterminer si une exposition chronique à de faibles doses de BPA, typique de l'alimentation industrielle pour animaux de compagnie, pourrait conduire à des effets similaires.

2.4.4. Réglementations et alternatives

Face aux préoccupations croissantes liées aux effets perturbateurs endocriniens du bisphénol A, des mesures réglementaires ont été mises en œuvre pour limiter son utilisation dans les matériaux en contact avec les denrées alimentaires.

Aux États-Unis, la Food and Drug Administration (FDA) a interdit le BPA dans les biberons et les gobelets pour enfants, bien qu'il reste autorisé dans d'autres contenants alimentaires (23).

En Europe, la réglementation impose des limites spécifiques de migration pour le BPA dans les plastiques alimentaires, conformément au règlement (UE) n° 10/2011, dans sa version consolidée. Une première interdiction ciblée avait été introduite en 2018 par le règlement (UE) 2018/213, interdisant l'utilisation du BPA dans les biberons en plastique ainsi que dans les emballages destinés aux aliments pour nourrissons et enfants de moins de trois ans. Ce dispositif a été largement renforcé en décembre 2024 avec l'adoption du règlement (UE) 2024/3190, qui abroge le texte précédent et impose une interdiction généralisée du BPA dans les matériaux en contact avec les denrées alimentaires, à l'exception de rares cas listés en annexe. Cette évolution vise à minimiser autant que possible la migration de cette substance dans les aliments (24).

Pour répondre à la demande croissante de matériaux « sans BPA », des analogues structuraux tels que le bisphénol S (BPS) et le bisphénol F (BPF) ont été introduits dans la fabrication d'emballages. Toutefois, une revue systématique de la littérature a révélé que leurs effets hormonaux sont similaires à ceux du bisphénol A, tant *in vitro* qu'*in vivo*, incluant des activités œstrogéniques, androgéniques et anti-androgéniques (25). Des études ont montré que le BPF peut même présenter une puissance œstrogénique équivalente, voire supérieure, à celle du BPA dans certains tests (25). Par ailleurs, ces composés ont été associés à des altérations du développement, de la reproduction, du métabolisme hormonal et de l'expression enzymatique. Ils ont été détectés dans divers produits de consommation et dans les urines humaines à des concentrations comparables à celles du BPA, ce qui témoigne d'une exposition répandue.

En complément, certaines études ont mis en évidence que le BPF et le BPS peuvent également activer des voies de signalisation non génomiques, telles que les MAP kinases ou les caspases, suggérant des mécanismes d'action plus complexes que ceux des récepteurs nucléaires classiques. Par ailleurs, des données toxicocinétiques préliminaires indiquent que le BPF pourrait, après conjugaison, être partiellement reconvertis en forme libre biologiquement active, prolongeant ainsi son activité endocrinienne (25).

Ainsi, leur substitution au BPA pourrait constituer un cas typique de "substitution regrettable", c'est-à-dire le remplacement d'une substance nocive par une autre aux propriétés toxicologiques similaires. De plus, certains substituts dits « sans bisphénol », comme les polyesters ou les revêtements végétaux, sont encore en phase de développement et ne garantissent pas nécessairement une innocuité totale. Il est donc essentiel que l'introduction de ces alternatives fasse l'objet d'évaluations toxicologiques rigoureuses avant toute généralisation commerciale (25).

3. Réflexion méthodologique sur la stratégie bibliographique

Bien que la revue de littérature ait été présentée dans la section précédente, il semble pertinent de détailler ici, de manière distincte, la méthode employée pour la recherche et la sélection des sources scientifiques utilisées dans ce travail. Cette section vise donc à expliciter la stratégie bibliographique adoptée, ainsi que les critères retenus pour assurer la rigueur et la pertinence des données exploitées.

3.1. Bases de données et moteurs de recherche

Les articles ont été principalement collectés via les bases de données PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, ainsi que les plateformes de revues scientifiques en libre accès (comme MDPI, Elsevier, Springer, et NCBI). Le choix de ces sources repose sur leur crédibilité scientifique et leur accès facilité à des publications récentes et évaluées par les pairs.

3.2. Mots-clés utilisés

Pour optimiser la pertinence des résultats, plusieurs combinaisons de mots-clés ont été testées en français et en anglais. Les termes retenus incluent notamment :

- "*bisphenol A*", "*BPA*", "*endocrine disruptors*", "*pet food*", "*dogs*", "*cats*", "*exposure*", "*canned food*", "*plastic packaging*", "*migration*", "*toxicity*", "*reproductive effects*", "*sentinel species*", etc.

Les opérateurs booléens AND, OR et NOT ont été utilisés afin d'affiner les recherches selon les thématiques abordées.

3.3. Critères d'inclusion et d'exclusion

Les publications retenues remplissent les critères suivants :

- Articles publiés à partir de 2000, avec un accent mis sur les données publiées depuis 2015,
- Rédigés en anglais ou en français,
- Articles accessibles dans leur intégralité,
- Émanant de revues scientifiques à comité de lecture.

Ont été exclus : les publications non évaluées par les pairs, les doublons, ainsi que les articles purement théoriques sans données expérimentales ou de terrain.

3.4. Sélection finale et gestion bibliographique

Un total d'environ 25 articles scientifiques a été retenu pour l'élaboration de ce travail. Leur sélection a été basée sur la pertinence du sujet, la méthodologie des études, et leur niveau d'actualité.

L'ensemble des références a été géré à l'aide du logiciel Zotero, permettant une organisation rigoureuse des sources et une intégration automatique dans la bibliographie finale via le style Vancouver.

4. Résultats et discussion critique

Cette section propose une analyse critique des données issues de la littérature, en soulignant les convergences, les limites méthodologiques et les implications pour la santé des animaux de compagnie.

4.1. Comparaison des niveaux d'exposition selon les types d'aliments

Les niveaux d'exposition au BPA varient fortement selon le type d'aliment et le mode de conditionnement. Une étude japonaise a mis en évidence des concentrations allant de 13 à 136 ng/g dans des aliments en conserve pour chats, et jusqu'à 206 ng/g dans ceux destinés aux chiens, des valeurs similaires voire supérieures à celles observées dans des conserves destinées à l'alimentation humaine (19).

Une autre étude plus récente, réalisée en République tchèque sur 172 échantillons d'aliments pour chats, a rapporté des niveaux de BPA systématiquement plus élevés dans les conserves ($24,6 \pm 34,8$ ng/g) que dans les sachets, barquettes ou croquettes, où les concentrations restaient souvent inférieures à 2 ng/g (20). Au total, le bisphénol A a été détecté dans 74 % des échantillons analysés, toutes formes confondues, suggérant une contamination généralisée, y compris dans des produits non conditionnés en boîte (20).

Cette différence est principalement attribuée à la présence de résines époxy dans le revêtement interne des boîtes métalliques, ainsi qu'aux procédés de stérilisation thermique qui favorisent la migration du BPA. Ces résultats confirment que les animaux nourris régulièrement avec des aliments en conserve sont exposés de manière chronique à des doses significatives de BPA.

4.2. Limites méthodologiques des études existantes

Malgré ces données préoccupantes, plusieurs limites méthodologiques spécifiques aux études expérimentales méritent d'être soulignées :

- Premièrement, les effectifs utilisés sont généralement limités, réduisant la représentativité statistique.

- Deuxièmement, les protocoles varient notablement d'une étude à l'autre, notamment concernant la température de stockage, la durée, et la nature exacte des simulants alimentaires utilisés.
- Enfin, il est rare que les études s'intéressent directement à la bioaccumulation ou à la toxicocinétique spécifique du BPA chez le chien ou le chat, privilégiant plutôt l'analyse des produits finis, ce qui limite leur applicabilité directe aux conditions réelles d'exposition des animaux de compagnie.

4.3. Retombées potentielles sur la santé animale

L'effet perturbateur endocrinien du BPA est bien documenté chez l'humain et les modèles murins, mais demeure encore peu étudié chez les carnivores domestiques. L'étude menée sur des cellules testiculaires de chien met en évidence une cytotoxicité marquée et des altérations morphologiques (22), suggérant un potentiel effet reprotoxique chez le mâle.

Actuellement, les études à long terme évaluant directement l'impact d'une exposition chronique au BPA sur la fertilité, le développement ou le métabolisme chez le chien et le chat demeurent insuffisantes. Cet aspect constitue une lacune notable nécessitant une exploration approfondie pour mieux appréhender les effets réels du BPA chez ces espèces domestiques.

4.4. Facteurs influençant la sensibilité des animaux de compagnie au BPA

Plusieurs facteurs biologiques, physiologiques et environnementaux contribuent à la variabilité de la sensibilité des animaux de compagnie au bisphénol A (BPA). Leur prise en compte est essentielle pour interpréter correctement les données expérimentales existantes et affiner l'évaluation du risque sanitaire chez ces espèces (7, 11).

4.4.1. Âge et stade physiologique

L'âge de l'animal influence fortement sa sensibilité aux perturbateurs endocriniens. Chez les jeunes animaux en phase de développement, les systèmes hormonaux sont encore

immatures, ce qui les rend plus vulnérables à l'action du BPA. Des études chez les rongeurs ont montré que l'exposition *in utero* ou néonatale au BPA peut induire des altérations durables du développement reproducteur, immunitaire ou neurologique (7, 11). Bien que ces effets soient extrapolés à partir de modèles non carnivores, il est plausible que les chiots et chatons présentent une susceptibilité accrue aux faibles doses de BPA ingérées via l'alimentation. Cette hypothèse est d'autant plus pertinente que le BPA présente des effets biologiques à des doses très faibles, parfois inférieures aux seuils classiques, avec des effets non linéaires selon la dose (7).

Des altérations du développement, de l'immunité, ainsi que des anomalies urogénitales et comportementales ont été observées chez des modèles murins exposés *in utero* à de faibles doses de BPA, sans qu'un effet plus important ne soit forcément retrouvé à des doses supérieures (8, 11).

Chez les animaux âgés, les fonctions d'élimination hépatique et rénale peuvent être altérées, ce qui prolonge la demi-vie plasmatique des substances lipophiles comme le BPA (12). Une accumulation plus lente pourrait amplifier l'effet chronique, d'autant plus que ces animaux sont souvent nourris avec des aliments humides faciles à consommer, conditionnés en boîtes (19,20).

4.4.2. Race, gabarit et statut métabolique

La race ou le gabarit peut également jouer un rôle. Les petits animaux, en raison de leur rapport surface corporelle/masse élevé, sont plus exposés proportionnellement à une même dose de contaminant. De plus, certaines races présentent des particularités métaboliques hépatiques connues (ex. : polymorphismes enzymatiques affectant les cytochromes P450), ce qui peut modifier la vitesse de biotransformation du BPA en métabolites inactifs (12).

L'état physiologique (gestation, lactation, stérilisation, etc.) influence également la sensibilité. Par exemple, chez les femelles gestantes, les modifications hormonales et les besoins métaboliques pourraient rendre la barrière placentaire plus perméable, comme cela a été observé chez les souris exposées au BPA durant la gestation (11).

4.4.3. Comportements favorisant l'exposition

Enfin, certains comportements propres aux animaux de compagnie peuvent renforcer leur exposition. Le léchage fréquent des surfaces, des gamelles en plastique ou du pelage, combiné à la proximité avec les sols et les poussières, contribue à une exposition continue, notamment chez les chats (3). L'hygiène orale des animaux et leur faible rotation alimentaire (souvent nourris avec le même produit pendant des années) accentuent cette exposition chronique.

En définitive, la sensibilité individuelle au bisphénol A chez les animaux de compagnie constitue un facteur clé à intégrer dans toute évaluation du risque. Cette variabilité renforce la nécessité d'un encadrement réglementaire spécifique, afin de réduire l'exposition chronique dans le cadre domestique.

4.5. Encadrement réglementaire et limites légales actuelles

Face aux effets préoccupants du bisphénol A sur la santé humaine et environnementale, plusieurs autorités sanitaires, comme la FDA aux États-Unis (23) et l'EFSA en Europe (26), ont adopté des mesures visant à encadrer l'usage dans les matériaux au contact des denrées alimentaires. En revanche, les produits destinés aux animaux de compagnie font rarement l'objet d'une réglementation équivalente, ce qui entretient un flou juridique persistant.

4.5.1. Cadre européen et réévaluation de l'EFSA

En Europe, le bisphénol A est encadré par le Règlement (UE) n°10/2011 (version consolidée), qui fixe une limite spécifique de migration (LSM) à 0,05 mg/kg d'aliment pour les matériaux plastiques. Ce cadre a été complété en décembre 2024 par le règlement (UE) 2024/3190, qui interdit l'usage du BPA dans la plupart des matériaux en contact avec les aliments, avec un objectif de non-détectabilité, sauf cas particuliers précisés dans les annexes du texte (26). Cette valeur a fait l'objet de plusieurs réévaluations, notamment par l'EFSA.

En 2023, cette autorité a proposé de revoir drastiquement la dose journalière tolérable (DJT) pour le BPA chez l'humain, la faisant passer de 4 µg/kg à 0,2 ng/kg de poids corporel/jour, soit une diminution d'un facteur de 20 000, en raison d'effets immunologiques observés chez des animaux de laboratoire, en particulier une augmentation des taux d'IgE, considérée comme un effet critique lié aux réactions allergiques (4). Bien que cette DJT révisée ait été publiée dans un avis scientifique de l'EFSA, elle n'a pas encore donné lieu à une modification des seuils réglementaires applicables dans l'Union européenne au moment de la rédaction de ce mémoire.

4.5.2. Politiques nationales : États-Unis, Canada et États membres de l'UE

Aux États-Unis, la FDA interdit depuis 2012 l'utilisation du bisphénol A dans les biberons, les gobelets pour nourrissons et les emballages destinés à la préparation des préparations lactées pour nourrissons. Toutefois, le BPA reste autorisé dans d'autres types de contenants alimentaires, la FDA considérant que les niveaux de migration actuels ne posent pas de risque sanitaire pour la population générale (23).

D'autres pays ont adopté des mesures plus strictes. Au Canada, l'utilisation du BPA est également interdite dans les biberons depuis 2010. En Europe, l'usage du BPA dans les biberons en plastique est interdit depuis 2011, et cette interdiction a été étendue, en 2018, à tous les matériaux au contact des aliments destinés aux nourrissons et aux enfants de moins de trois ans. La France a, quant à elle, franchi une étape supplémentaire en interdisant, dès 2015, l'utilisation du BPA dans l'ensemble des matériaux en contact avec les denrées alimentaires, sans distinction de groupe cible (27).

Par ailleurs, l'Agence nationale de sécurité sanitaire française (Anses) recommande de réduire autant que possible l'exposition des femmes enceintes et allaitantes, identifiées comme des groupes particulièrement sensibles aux effets du BPA (27).

4.5.3. Vide réglementaire dans l'alimentation animale

À ce jour, aucune législation spécifique ne fixe de seuil de migration du BPA dans les emballages alimentaires destinés aux animaux (28). Les fabricants d'aliments pour

chiens et chats peuvent utiliser des matériaux similaires à ceux des produits humains, mais sans obligation de se conformer aux mêmes normes, sauf si le produit est également destiné à la consommation humaine (ex. : sous-produits animaux recyclés dans les deux filières) (27).

Ce vide réglementaire soulève des inquiétudes, d'autant plus que les animaux de compagnie consomment souvent les mêmes produits de manière exclusive et répétée au fil des années. La durée d'exposition, le type de conditionnement (boîtes métalliques, plastiques souples) et l'absence de contrôle systématique sur les niveaux de BPA migrés constituent des facteurs de risque non négligeables pour la sécurité alimentaire vétérinaire (19, 20, 28). Une réglementation spécifique tenant compte de cette exposition chronique serait donc souhaitable pour réduire les risques sanitaires potentiels.

4.6. Limites de la littérature et pistes d'amélioration méthodologique

Malgré l'augmentation récente des publications sur le bisphénol A, plusieurs aspects importants demeurent sous-documentés en ce qui concerne spécifiquement les animaux de compagnie :

- La littérature existante reste dominée par des études issues de modèles expérimentaux basés sur les rongeurs ou des cultures cellulaires humaines, rendant difficile l'extrapolation directe aux chiens et aux chats.
- De plus, un biais notable existe en termes géographiques et linguistiques, la majorité des travaux étant réalisés dans des pays industrialisés et publiés en anglais. Cette situation restreint l'accès à des informations potentiellement pertinentes publiées dans d'autres contextes réglementaires et culturels.
- Les différences inter-espèces dans la métabolisation du BPA et les réponses biologiques à faibles doses sont rarement prises en compte dans les études. Cela limite la transposabilité des résultats, d'autant que des effets non-monotones ont été documentés dans plusieurs travaux expérimentaux, rendant l'interprétation dose-effet plus complexe (7, 8, 11, 12)

Ainsi, ces lacunes appellent à davantage d'études spécifiques aux chiens et aux chats, mieux adaptées à leurs particularités biologiques et environnementales.

5. Conclusion et recommandations

Cette dernière section propose une synthèse des principaux résultats, en mettant en lumière les enjeux, les lacunes et les perspectives identifiés au cours de cette revue de littérature.

5.1. Bilan général

Ce travail a permis d'explorer la problématique de l'exposition au bisphénol A chez les animaux de compagnie, en particulier les chiens et les chats, exposés à travers divers vecteurs de contamination (emballages alimentaires, poussières domestiques, jouets, etc.). Les niveaux d'exposition rapportés chez ces animaux sont souvent comparables à ceux observés chez l'humain, soulevant ainsi des préoccupations importantes quant aux effets potentiels sur leur santé.

Toutefois, la spécificité des effets du BPA sur les chiens et les chats reste à ce jour insuffisamment documentée. Bien que des études expérimentales et *in vitro* mettent en évidence des risques pour la reproduction, l'immunité et le métabolisme, leur extrapolation aux conditions réelles demeure prudente, soulignant la nécessité de recherches complémentaires adaptées à ces espèces.

Enfin, l'absence de réglementation spécifique sur les seuils de migration du BPA dans les emballages destinés aux animaux de compagnie constitue une lacune majeure en termes de sécurité alimentaire vétérinaire, appelant une réponse rapide des autorités compétentes.

5.2. Portée des études et extrapolations à l'humain

Les animaux de compagnie, de par leur proximité avec l'humain, constituent des indicateurs particulièrement adaptés pour révéler certains effets délétères liés à l'exposition chronique aux polluants domestiques (3). Cependant, les différences biologiques inter-espèces (métabolisme, durée de vie, comportement alimentaire)

limitent les extrapolations directes à l'humain, et appellent à la prudence dans l'interprétation des données disponibles (22).

Ces considérations mettent en lumière la nécessité de poursuivre les recherches sur le BPA chez les carnivores domestiques. Plusieurs axes mériteraient d'être approfondis :

- la conduite d'études longitudinales comparant différents régimes alimentaires,
- le développement de biomarqueurs spécifiques à l'exposition chronique,
- l'étude des interactions du BPA avec d'autres perturbateurs environnementaux,
- et l'évaluation des matériaux alternatifs dans les emballages alimentaires pour animaux.

5.3. Perspectives et recommandations

Cette section propose des recommandations pratiques à destination des différents acteurs concernés, en lien avec les constats tirés de ce travail. Ces propositions, bien qu'indicatives, visent à initier une dynamique de prévention, de sensibilisation et d'amélioration continue de la sécurité alimentaire chez les carnivores domestiques.

Au vu des données analysées, plusieurs recommandations peuvent être formulées :

- Pour les propriétaires d'animaux : privilégier les aliments conditionnés en sachets souples ou en barquettes plastiques sans BPA, éviter les boîtes métalliques non étiquetées "sans BPA", et favoriser l'utilisation de gamelles en acier inoxydable ou en céramique (3).
- Pour les vétérinaires : sensibiliser les propriétaires aux risques liés à l'exposition environnementale aux perturbateurs endocriniens, en particulier pour les animaux jeunes, âgés ou présentant des troubles hormonaux ou de la reproduction (4). Intégrer progressivement cette notion dans l'approche préventive et les conseils nutritionnels.
- Pour la recherche scientifique : encourager le développement d'études *in vivo* chez le chien et le chat pour mieux comprendre les effets chroniques du BPA sur leur santé. Évaluer notamment les conséquences sur la fertilité, le métabolisme, le comportement, et le système immunitaire (22). Il serait également pertinent de

développer des biomarqueurs d'exposition spécifiques aux espèces domestiques.

- Pour les autorités réglementaires : envisager l'intégration des animaux de compagnie dans les futures réflexions sur la réglementation des matériaux en contact avec les aliments. L'élaboration de limites de migration spécifiques ou de contrôles ciblés permettrait de combler une lacune actuelle en matière de sécurité alimentaire vétérinaire (25).

Ces recommandations, bien que modestes, s'inscrivent dans une dynamique plus large de sensibilisation et de responsabilisation à l'échelle des filières alimentaires animales. Si le bisphénol A reste difficile à éliminer totalement de la chaîne de production, notamment en raison de son faible coût et de ses performances techniques, une transition vers des emballages plus sûrs est non seulement possible, mais nécessaire. Les vétérinaires ont ici un rôle d'interface essentiel à jouer, en traduisant les avancées scientifiques en pratiques concrètes auprès des propriétaires et en participant activement à la veille sanitaire.

Afin de mieux encadrer les risques liés à l'exposition chronique au BPA, la mise en place d'études longitudinales chez les carnivores domestiques, le développement de biomarqueurs d'exposition spécifiques, ainsi que l'établissement de seuils réglementaires pour les matériaux destinés à l'alimentation animale, constituent des perspectives prioritaires pour la médecine vétérinaire.

6. Enjeux One Health : le bisphénol A au croisement de la santé animale, humaine et environnementale

Au-delà des implications strictement vétérinaires abordées dans ce travail, la problématique du bisphénol A s'inscrit pleinement dans une approche One Health, qui reconnaît l'interdépendance entre santé humaine, animale et environnementale. En tant que contaminant ubiquitaire, le BPA affecte non seulement les animaux de compagnie, mais reflète également les expositions subies par leurs propriétaires dans l'environnement domestique.

Cette proximité écologique entre humains et animaux de compagnie confère à ces derniers un rôle de sentinelles biologiques de l'exposition humaine, à l'instar d'espèces utilisées dans les études écotoxicologiques. Ce constat plaide en faveur d'une stratégie de santé intégrée, conforme au concept One Health, qui met en relation les dimensions sanitaire, animale et écosystémique.

Dans ce contexte, le vétérinaire dépasse son rôle clinique traditionnel : il devient aussi un acteur de la veille environnementale, capable de signaler préocurement les risques liés à une exposition prolongée à des substances préoccupantes comme le BPA.

La lutte contre les perturbateurs endocriniens ne peut se concevoir de manière cloisonnée. Elle exige une mobilisation interdisciplinaire, une harmonisation des réglementations entre les filières humaine et animale, et un soutien renforcé à la recherche d'alternatives sûres et durables dans la chaîne alimentaire.

Références bibliographiques

1. Gore AC, Chappell VA, Fenton SE, Flaws JA, Nadal A, Prins GS, et al. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*. 1 déc 2015;36(6):E1-150. DOI : <https://doi.org/10.1210/er.2015-1010>
2. Bergman Å, Heindel JJ, Jobling S, Kidd KA, Zoeller RT. State of the science of endocrine disrupting chemicals - 2012: an assessment of the state of the science of endocrine disruptors prepared by a group of experts for the United Nations Environment Programme (UNEP) and WHO. Geneva, Switzerland: United National Environment Programme : World Health Organization; Accès : <https://www.who.int/publications/i/item/9789241505031>
3. Hegedus C, Andronie L, Uiuu P, Jurco E, Lazar EA, Popescu S. Pets, Genuine Tools of Environmental Pollutant Detection. *Animals*. 14 sept 2023;13(18):2923. DOI : <https://doi.org/10.3390/ani13182923>
4. EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes and Processing Aids (CEP), Lambré C, Barat Baviera JM, Bolognesi C, Chesson A, Cocconcelli PS, et al. Re-evaluation of the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs. EFS2 [Internet]. avr 2023 [cité 30 mars 2025];21(4). Disponible sur: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2023.6857>. DOI : <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.6857>
5. Rochester JR. Bisphenol A and human health: A review of the literature. *Reproductive Toxicology*. déc 2013;42:132-55. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.08.008>
6. Koestel ZL, Backus RC, Tsuruta K, Spollen WG, Johnson SA, Javurek AB, et al. Bisphenol A (BPA) in the serum of pet dogs following short-term consumption of canned dog food and potential health consequences of exposure to BPA. *Science of The Total Environment*. févr 2017;579:1804-14. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.162>

7. Vandenberg LN, Colborn T, Hayes TB, Heindel JJ, Jacobs DR, Lee DH, et al. Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. *Endocrine Reviews*. 1 juin 2012;33(3):378-455. DOI : <https://doi.org/10.1210/er.2011-1050>
8. Diamanti-Kandarakis E, Bourguignon JP, Giudice LC, Hauser R, Prins GS, Soto AM, et al. Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocrine Reviews*. 1 juin 2009;30(4):293-342. DOI : <https://doi.org/10.1210/er.2009-0002>
9. A review of the environmental fate, effects, and exposures of bisphenol A. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(97\)10133-3](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(97)10133-3)
10. Rubin BS. Bisphenol A: An endocrine disruptor with widespread exposure and multiple effects. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. oct 2011;127(1-2):27-34. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2011.05.002>
11. Richter CA, Birnbaum LS, Farabollini F, Newbold RR, Rubin BS, Talsness CE, et al. In vivo effects of bisphenol A in laboratory rodent studies. *Reproductive Toxicology*. août 2007;24(2):199-224. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2007.06.004>
12. Völkel W, Colnot T, Csanády GA, Filser JG, Dekant W. Metabolism and Kinetics of Bisphenol A in Humans at Low Doses Following Oral Administration. *Chem Res Toxicol*. 1 oct 2002;15(10):1281-7. DOI : <https://doi.org/10.1021/tx025548t>
13. Bisphenol A in food is a health risk | EFSA [Internet]. 2023 [cité 6 avr 2025]. Disponible sur : <https://www.efsa.europa.eu/en/news/bisphenol-food-health-risk>
14. Règlement (UE) 2016/2235 de la Commission du 12 décembre 2016 modifiant l'annexe XVII du règlement (CE) n°1907/2006 (REACH) en ce qui concerne le bisphénol A. Disponible sur : <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/2235/oj>
15. Gonkowski S, Martín J, Rychlik A, Aparicio I, Santos JL, Alonso E, et al. An evaluation of dogs' exposure to benzophenones through hair sample analysis. *Journal of*

Veterinary Research. 1 juin 2024;68(2):303-12. DOI : <https://doi.org/10.2478/jvetres-2024-0022>

16. Morgan M, Wilson N, Chuang J. Exposures of 129 Preschool Children to Organochlorines, Organophosphates, Pyrethroids, and Acid Herbicides at Their Homes and Daycares in North Carolina. IJERPH. 3 avr 2014;11(4):3743-64. DOI : <https://doi.org/10.3390/ijerph110403743>
17. Kim MJ, Park YJ. Bisphenols and Thyroid Hormone. Endocrinol Metab. 2019;34(4):340. DOI : <https://doi.org/10.3803/EnM.2019.34.4.340>
18. Celli G, Maccagnani B. Honey bees as bioindicators of environmental pollution. Bull Insectol. 2003;56(1):137-9. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/242202509_Honey_bees_as_bioindicators_of_environmental_pollution
19. Kang JH, Kondo F. Determination of bisphenol A in canned pet foods. Research in Veterinary Science. oct 2002;73(2):177-82. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(02\)00102-9](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(02)00102-9)
20. Maršálek P, Kovaříková S, Lueerssen F, Večerek V. Determination of bisphenol A in commercial cat food marketed in the Czech Republic. Journal of Feline Medicine and Surgery. févr 2022;24(2):160-7. DOI : <https://doi.org/10.1177/1098612X211013745>
21. Abdulazeez ZM, Yazici F, Aksoy A. Influence of UV light, ultrasound, and heat treatment on the migration of bisphenol A from polyethylene terephthalate bottle into the food simulant. Food Chemistry. mai 2024;439:138162. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138162>
22. Tekin K, Arslan P, Cil B, Filazi A, Akçay E, Yurdakok-Dikmen B. Companion animals get close to the toxic aspects of anthropogenic world: cytotoxicity of phthalates and bisphenol A on dog testicular primary cells. Cytotechnology. oct 2020;72(5):629-38. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10616-020-00401-y>

23. Program HF. Bisphenol A (BPA): Use in Food Contact Application. FDA [Internet]. 9 sept 2024 [cité 7 avr 2025]; Disponible sur : <https://www.fda.gov/food/food-packaging-other-substances-come-contact-food-information-consumers/bisphenol-bpa-use-food-contact-application>
24. Règlement (UE) 2024/3190 de la Commission du 19 décembre 2024 relatif à l'utilisation du bisphénol A (BPA) et d'autres bisphénols et dérivés des bisphénols dans certains matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires, abrogeant le règlement (UE) 2018/213 [Internet]. Disponible sur : <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/3190/oj>
25. Rochester JR, Bolden AL. Bisphenol S and F: A Systematic Review and Comparison of the Hormonal Activity of Bisphenol A Substitutes. Environ Health Perspect. juill 2015;123(7):643-50. DOI : <https://doi.org/10.1289/ehp.1408989>
26. Règlement (UE) n°10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires (version consolidée 2024) [Internet]. Disponible sur : <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/10/2025-03-16>
27. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Internet]. 2017 [cité 9 avr 2025]. Bisphénol A : Usages et effets sanitaires du bisphénol A (BPA). Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/bisphenol>
28. Absence de réglementation sur le BPA dans les aliments pour animaux de compagnie. 2025. Aucune réglementation spécifique trouvée concernant la migration du BPA dans les emballages alimentaires pour animaux de compagnie. Recherche effectuée dans la base EUR-Lex (règlements européens), sur le site de l'EFSA, et dans les documents de l'ANSES au 12 juin 2025.

Déclaration d'utilisation de l'IA générative et des technologies assistées par l'IA dans le processus de rédaction

Ce travail a été rédigé avec un recours limité à l'intelligence artificielle (ChatGPT), exclusivement pour des reformulations stylistiques et une clarification rédactionnelle. Le contenu scientifique, la structure argumentative, le choix des sources et l'analyse ont été entièrement réalisés par l'auteur.