

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 20 février 2025

## AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

**relatif à une évaluation des risques sanitaires liés aux prions *via* l'ingestion par l'Homme d'eau destinée à la consommation humaine en provenance de la prise d'eau superficielle de Sérignac-sur-Garonne<sup>1</sup>**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaire à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L. 1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 13 mai 2024 (saisine datée du 19 avril 2024) par la Direction générale de la santé (DGS), la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) et la Direction générale de l'alimentation (DGA) pour la réalisation de l'expertise suivante : « Demande d'appui scientifique et technique au sujet des risques sanitaires liés aux prions dans le département du Lot-et-Garonne ».

### 1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

L'Anses a été saisie à plusieurs reprises par plusieurs ministères pour statuer sur le risque sanitaire associé aux prions<sup>2</sup> susceptibles d'être présents dans les effluents des installations traitant des sous-produits animaux, dont les établissements d'équarrissage. Ces saisines ont donné lieu à des avis de l'Agence (Afssa 2003 2010; Anses 2014a, 2014b).

Un établissement d'équarrissage transforme les sous-produits animaux non destinés à la consommation en matières valorisables. En fonction du degré de risque qu'ils présentent, ces

---

<sup>1</sup> Annule et remplace l'avis du 8 janvier 2025 ; les modifications apportées au texte sont décrites dans le tableau de l'annexe 14.

<sup>2</sup> Prions : acronyme de « PROteinaceous INfectious particle », agents pathogènes de nature exclusivement protéique responsables des encéphalopathies spongiformes transmissibles.

sous-produits animaux sont classés en trois catégories<sup>3</sup> (C1, C2, C3) définies dans les articles 8 à 10 du règlement (CE) n°1069/2009. Le règlement (UE) n°142/2011 prévoit des méthodes normalisées de transformation de sous-produits animaux, pour lesquelles des couples temps/température, voire des conditions de pression, ainsi qu'une taille maximale des particules de sous-produits animaux à transformer sont à respecter<sup>4</sup>. Sauf si l'autorité compétente impose la méthode 1 (aussi appelée « stérilisation sous pression » dans le règlement) pour la transformation des sous-produits d'animaux, les matières de catégorie C1 doivent être transformées conformément à l'une des méthodes 2, 3, 4 ou 5 du règlement. Les principaux paramètres considérés par les méthodes 1 à 5 sont décrits à l'annexe 3. Parmi ces méthodes, seule la méthode 1 (133 °C / 3 bars / 20 min pour des particules ne dépassant pas 50 mm) est considérée comme efficace pour réduire significativement l'infectiosité associée aux prions (Afssa 2010; Giles *et al.* 2008; Taylor 2000).

Les effluents liquides issus du processus d'équarrissage contiennent des matières organiques dissoutes et particulaires, dont des graisses et des protéines. Ils sont envoyés vers une station de traitement des eaux usées (STEU) dédiée qui est dimensionnée à cet effet.

L'obligation d'un autoclavage à 133 °C pendant 20 minutes sous une pression de 3 bars des effluents liquides des équarrissages avait été instaurée en 2003. En 2008, une modification de la réglementation nationale des installations classées a levé l'obligation du traitement thermique (133 C / 3 bars / 20 min) des effluents liquides des établissements d'équarrissage. Ultérieurement, l'Afssa (2010) a recommandé de réintroduire ce traitement thermique pour les effluents issus d'installations traitant des sous-produits de catégories C1/C2 si ces effluents sont utilisés pour l'irrigation de cultures destinées à l'alimentation humaine ou animale. En effet, dans cet avis de 2010, la persistance des prions dans les effluents traités et épandus a été illustrée par une modélisation du devenir de l'infectiosité d'un encéphale de petit ruminant infecté par la tremblante<sup>5</sup> au cours des différentes étapes du procédé employé dans les établissements traitant des sous-produits animaux de catégorie C1. Cette simulation aboutissait à des différences significatives d'infectiosité résiduelle entre les effluents liquides ayant ou non fait l'objet d'un traitement thermique spécifique du prion (133 °C / 3 bars / 20 min).

À la suite des recommandations de cet avis, l'obligation du traitement thermique des effluents liquides, issus d'installations traitant des sous-produits de catégories C1/C2 et utilisés pour l'irrigation des cultures et des espaces verts, a été de nouveau instaurée. Dans un avis complémentaire sur l'usage des boues générées par les STEU d'établissements transformant des matières de catégorie C1, l'Anses (2014) rappelle que les boues de ces STEU peuvent présenter une infectiosité supérieure à celle des effluents liquides par effet de concentration et qu'elles devraient être détruites comme des matières de catégorie C1 ou, *a minima*, subir le même traitement thermique que celui recommandé pour les effluents liquides (133 °C / 3 bars / 20 min).

---

<sup>3</sup> Catégories de sous-produits animaux définies dans les articles 8 à 10 du règlement (CE) n°1069/2009.

C1 : matières présentant un risque vis-à-vis des encéphalopathies spongiformes transmissibles, dites EST (matériels à risque spécifiés – MRS – et les animaux suspectés ou déclarés atteints d'EST) ou vis à vis de substances interdites (hormones) ou dangereuses pour l'environnement (dioxines)).

C2 : matières présentant un risque sanitaire vis-à-vis des maladies animales autres que les EST (cela comprend les denrées saisies pour motif sanitaire et les animaux morts autrement que par abattage), ou vis à vis des résidus de médicaments vétérinaires.

C3 : matières provenant d'animaux dont les carcasses ont été déclarées propres à la consommation humaine après inspection sanitaire.

<sup>4</sup> à l'exception de la méthode 7.

<sup>5</sup> Tremblante : encéphalopathie spongiforme transmissible (EST) affectant les ovins et les caprins.

Au regard de l'augmentation des besoins en eau de l'agglomération d'Agen et de la région de l'Albret, et de la baisse régulière du niveau de la nappe actuellement utilisée pour leur alimentation en EDCH, la prise d'eau superficielle de Sérignac-sur-Garonne pour produire de l'EDCH est en cours de réhabilitation. En 2024, compte tenu de l'implantation de cette prise d'eau à sept kilomètres en aval des rejets d'une STEU d'un établissement d'équarrissage manipulant des sous-produits animaux de catégories C1, C2 et C3, l'Anses a été saisie sur ce projet local (cf. annexe 2) pour l'interroger sur les risques sanitaires pour les consommateurs d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) qui seraient liés à une éventuelle présence de prions. À ce jour, la STEU ne met pas en œuvre de traitement thermique de ses effluents (133°C/3 bars/20 min) avant rejet dans le milieu. Les services locaux de l'État, après avoir examiné les avis relatifs aux prions issus de l'Agence et du Conseil supérieur des installations classées (CSIC), n'ont pas pu statuer quant à l'existence ou non d'un risque sanitaire pour les futurs consommateurs d'EDCH en provenance de la prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne. Ce constat a conduit le Préfet du Lot-et-Garonne à saisir la DGS, la DGPR et la DGAI, le 9 février 2024, afin de disposer d'éléments d'appréciation lui permettant de signer l'arrêté préfectoral de mise à disposition de l'eau en vue de la consommation humaine. Ces directions ont ensuite saisi l'Anses pour évaluer la situation rencontrée localement, en formulant les questions suivantes :

1. *« Au regard du comportement des prions dans l'environnement, est-il scientifiquement correct de considérer que le rejet des eaux issues de la STEU de l'entreprise d'équarrissage dans la Garonne génère une dilution qui conduit à une réduction du risque encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST) ? Si oui, à quelle hauteur ?*
2. *À l'instar de ce qui est allégué pour les effluents de STEU, peut-on considérer que l'étape de clarification réalisée en tête de station de production d'eau potable permet d'abattre l'infectiosité des EST de l'ordre de 99% ? En est-il de même pour les contacteurs à charbon actif mis en œuvre sur la filière de traitement ?*
3. *La note d'appui scientifique et technique du 25 mai 2018 mentionne que certains produits biocides (ozone, chlore voire hydroxyde de sodium), qui sont mis en œuvre sur la station de traitement d'eau potable, sont réputés réduire de plusieurs  $\log_{10}$  le titre infectieux des EST. Leurs conditions de mise en œuvre au sein des stations de traitement d'eau potable sont-elles de nature à permettre un abattement de cette infectiosité ? Si oui, à quelle hauteur ?*
4. *Au regard des réponses apportées aux questions 1, 2 et 3, une estimation du risque, basée sur l'adaptation de la méthodologie proposée dans l'avis du 19 mai 2010 (pages 22 à 25, méthodologie pour l'estimation du risque associé à l'épandage des effluents issus de STEU d'équarrissage), prenant en compte l'abattement réalisé au droit de la STEU de l'équarrisseur, l'effet éventuel de la dilution du rejet dans la Garonne et l'abattement produit par les différentes étapes de traitement mises en œuvre au sein de la station de production de Sérignac pourrait-elle être réalisée par l'Agence ?*
5. *Dans l'hypothèse où l'estimation du risque visée à la question 4 ne conclurait pas à un risque négligeable, quelles seraient les méthodes de traitement des eaux résiduaires de l'équarrisseur susceptibles de répondre de façon satisfaisante aux exigences de sécurité sanitaire ? »*

## 2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

### 2.1. Modalités de traitement de la saisine

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du (CES) « Eaux ». L'Anses a confié l'expertise à sept experts rapporteurs (cf. annexe 1). Leurs travaux ont été présentés au CES « Eaux » tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques à plusieurs séances du CES « Eaux » entre le 4 juin et le 3 décembre 2024. Les travaux ont été adoptés par le CES « Eaux » réuni le 3 décembre 2024.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : <https://dpi.sante.gouv.fr/>.

### 2.2. Méthode de l'expertise

L'examen préliminaire de ce dossier a fait ressortir un manque de données et/ou de détails concernant certaines informations transmises sur la STEU en charge du traitement des effluents de l'établissement d'équarrissage (fonctionnement, dysfonctionnements passés et qualité des rejets), le contexte hydrologique et la qualité de l'eau brute de la Garonne et la filière de traitement de l'usine de production d'EDCH. Des pièces complémentaires ont été transmises entre le 15 mai et le 15 juillet 2024. La liste des pièces transmises est précisée dans la bibliographie. L'expertise s'est principalement appuyée sur ces documents, sur les précédents avis de l'Agence et sur les références bibliographiques retenues lors des recherches bibliographiques décrites au § 2.2.1.

#### 2.2.1. Recherche bibliographique

Une recherche bibliographique, visant à identifier des articles pertinents pour répondre aux questions de la saisine, a été réalisée en juin 2024. Les trois recherches suivantes dans la base de données Scopus, sans limite chronologique, avaient pour objectif de caractériser le comportement des prions dans les eaux usées, les EDCH, l'environnement aquatique et les sédiments :

1. association des termes suivants dans le champ « Mot clé » :
  - a. prion, prions, « *prion\* disease* », « *Transmissible spongiform encephalopathies* », PrP, BSE<sup>6</sup>, BSE-L, BSE-H, Nor98, *scrapie* ou « *atypical scrapie* » ;
  - b. et « *waste water* » ou *wastewater* ou « *wastewater treatment* », « *drinking water* », « *rendering plant* », « *fallen stock* » ou (*clay* et *adsorption*)
2. association des termes de la recherche n°1a et du terme « *aquatic* », dans le champ « Mot clé » ;
3. association des termes de la recherche n°1a et des termes « *water* » et « *environment* » dans le champ « Mot clé ».

---

<sup>6</sup> Terme anglais « Bovine spongiform encephalopathy » se traduisant par « Encéphalopathie spongiforme bovine » ESB.

La recherche n°1 a permis d'identifier 34 références tandis que les recherches n°2 et 3 ont respectivement recensé huit références, dont cinq nouvelles, et 24 références, dont 12 nouvelles. Parmi ces 51 références, 29 ont été retenues en lien avec la présence et la persistance des prions dans les eaux usées, les eaux de surface, les EDCH et les sédiments et en lien avec la résistance des prions aux traitements de l'eau.

Les experts rapporteurs ont complété cette recherche bibliographique par des références dans leur domaine de compétences (notamment « maladies à prions » et « traitement de l'eau »).

Au final, 86 documents scientifiques (littérature scientifique ou grise) ont été exploités pour cette expertise. L'ensemble des références a été exporté dans EndNote.

### 2.2.2. Méthode de l'expertise

La méthodologie repose sur la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires (ERS) liés aux prions *via* l'ingestion par l'Homme d'EDCH produite par l'usine alimentée par la prise d'eau superficielle de Sérignac-sur-Garonne, située en aval d'un établissement d'équarrissage ne traitant pas thermiquement ses effluents. Pour ce faire, le parcours des prions d'un seul animal postulé comme infecté a été modélisé depuis l'usine d'équarrissage, jusqu'au robinet du consommateur d'EDCH pour estimer l'abattement des prions et évaluer l'exposition du consommateur d'EDCH (figure 1). L'évaluation comprend trois grandes étapes évaluées dans les paragraphes suivants (§ 3.3.1 à 3.3.3).

Avant d'évaluer les risques sanitaires liés aux prions dans la situation examinée, le raisonnement des experts suit les étapes ci-dessous.

- Description du projet et de son environnement
- Identification du danger « prions »

Une analyse de la littérature scientifique et des anciens avis de l'Anses a permis d'identifier le danger « prions », considéré pour le cas local dans le cadre de cette expertise (cf. § 3.1).

- Évaluation de l'exposition

**Pour cette étape, un modèle d'exposition a été développé en se basant sur la méthodologie illustrée en figure 1 et en estimant la concentration en « prions » à chaque étape du parcours de l'eau.** Pour chacune d'elles, le CES « Eaux » propose une description de la situation locale (cf. § 3.1) et une justification des valeurs retenues pour la modélisation (cf. § 3.3). Les différentes sorties intermédiaires et finales (en violet et en bleu sur la figure 1) sont utilisées comme éléments de réponse aux questions 1 à 5 de la saisine (cf. § 3.4). Les données utilisées dans le modèle sont issues de la recherche bibliographique et des positionnements d'experts.

Le modèle d'exposition intègre les incertitudes sur les paramètres à l'aide de simulations de Monte-Carlo. Le calcul a été réalisé en utilisant le logiciel de programmation R (version 4.1.2, R *Core Team*, 2021). Les packages R suivants ont été utilisés pour faciliter l'analyse et la parallélisation des simulations de Monte-Carlo : *sensobol*, *Rfast*, *foreach*, et *doParallel*. Les incertitudes sur les paramètres ont été explorées en utilisant une approche de *Latin Hypercube Sampling* (LHS) avec 2 048 itérations.

**Ce modèle d'exposition a été spécifiquement développé dans le cadre de cette saisine. Son exploitation ne vaut que pour cette expertise locale et aucune extrapolation à d'autres cas ne devrait être faite.**

Un glossaire et une table des matières figurent respectivement aux Annexes 5 et 13.

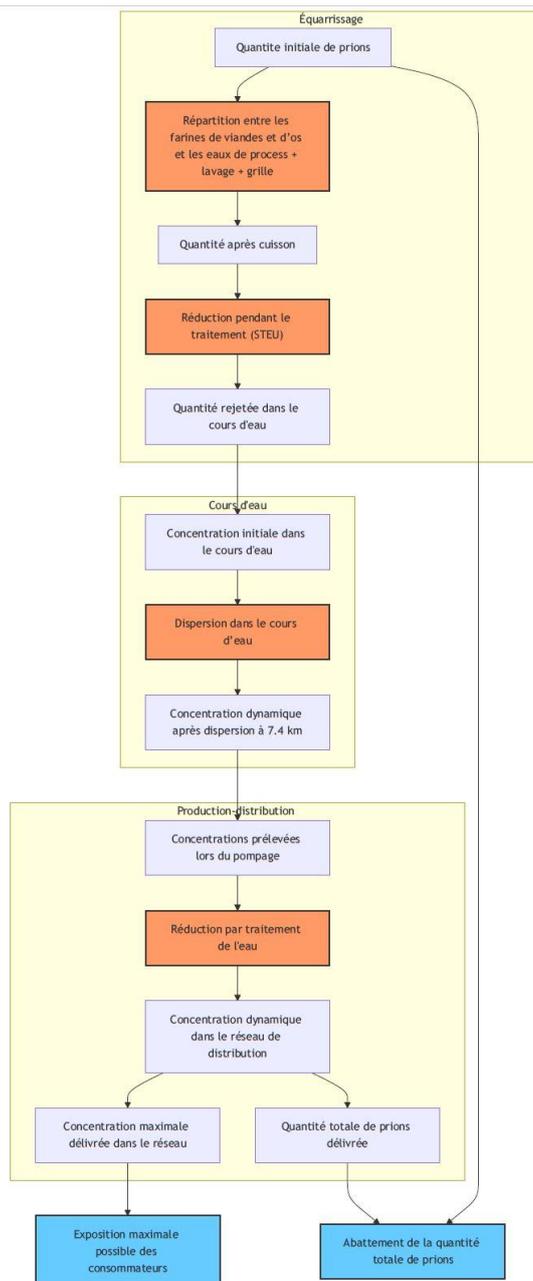


Figure 1 : Schéma du parcours théorique des prions depuis l'établissement d'équarrissage (transformant un cadavre infecté) jusqu'au consommateur d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH).

### 3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

#### 3.1. Description du projet et de son environnement local

Afin de contribuer à la production de l'EDCH de l'agglomération d'Agen, la prise d'eau superficielle de Sérignac-sur-Garonne, située à 7,4 kilomètres en aval du rejet d'une STEU d'un établissement d'équarrissage sur la même berge en rive gauche de la Garonne, est en cours de réhabilitation. La nouvelle usine de production d'EDCH construite vise à desservir environ 8 000 habitants (pièce du dossier n°1).

La réhabilitation de ce captage a pour objectif de remplacer l'alimentation actuelle en EDCH reposant sur un forage captant l'eau de la nappe des formations géologiques du Jurassique. Le forage est utilisé en moyenne à 75 % de sa capacité autorisée et à 105 % en période de pointe (pièce du dossier n°6). Cette décision est la conséquence conjointe de la diminution régulière du niveau de cette nappe depuis plusieurs décennies et de l'augmentation des besoins en eau de l'agglomération d'Agen et de la région de l'Albret (pièce du dossier n°1).

Afin de signer l'arrêté préfectoral de mise à disposition de l'eau de ce captage de Sérignac-sur-Garonne en vue de la consommation humaine, le Préfet du Lot-et-Garonne attend le présent avis de l'Anses.

### 3.1.1. Établissement d'équarrissage et sa station de traitement des eaux usées

Deux entreprises traitent des sous-produits animaux dans l'établissement d'équarrissage. La principale traite des sous-produits animaux de catégories C1 (55 016 t en 2022 et 46 125 t en 2023) et C2 (20 455 t en 2022 et 20 486 t en 2023) et la seconde traite uniquement des sous-produits de la catégorie C3 (44 309 t en 2022 et 46 008 t en 2023).

Ces deux entreprises traitent ainsi environ 116 200 tonnes de sous-produits animaux par an, en moyenne sur les deux années considérées (pièce du dossier n°19). Les tonnages détaillés traités sont reportés en annexe 6. Si on considère une production d'eaux usées comprise entre 1 et 2 m<sup>3</sup> par tonne de matières traitées pour ce type d'activité<sup>7</sup>, on peut estimer la production d'eaux usées entre 300 et 650 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup>.

#### ➤ Station de traitement des eaux usées (STEU)

La STEU mise en œuvre à l'usine d'équarrissage est une station biologique à boues activées. Elle est décrite et illustrée à l'annexe 7. La capacité nominale de la station est de 648 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup> pour 6 960 kg.j<sup>-1</sup> de DCO<sup>8</sup> et 468 kg.j<sup>-1</sup> de NTK<sup>9</sup>. Le CES « Eaux » constate que ces valeurs sont cohérentes pour ce type d'usine compte tenu de son activité. Les charges en pollution se situent dans les valeurs hautes comparativement aux estimations effectuées (tableau 4 de l'annexe 6). Le CES « Eaux » note que le rapport DCO/DBO<sub>5</sub><sup>10</sup>, entre avril et juin 2024, était compris entre 1,5 et 2,3 ce qui correspond donc à une biodégradabilité satisfaisante.

L'installation dispose d'un bassin de stockage dont la capacité de 150 m<sup>3</sup> permet de faire face aux potentiels dysfonctionnements du site.

Au regard de son analyse (cf. annexe 7), le CES « Eaux » conclut que la STEU est bien dimensionnée, voire en sous-charge hydraulique, avec des rendements de traitement bons à très bons pour les paramètres réglementaires sur les trois années correspondant aux données transmises. Toutefois, il constate des dysfonctionnements, particulièrement en fin de période analysée, notamment avec des départs de boues liés à des dysfonctionnements de l'aération ou de la dénitrification (pièce du dossier n°5). **C'est pourquoi, le CES « Eaux » recommande l'utilisation du bassin de rétention existant en cas de dysfonctionnements, notamment en cas de perte de matières en suspensions (MES), puis une réinjection des eaux ainsi stockées en tête de traitement.**

Les boues, graisses et refus de dégrillage issus du traitement des eaux usées sont ramenés en tête de la STEU d'équarrissage et traités selon la méthode 3 (T > 100 °C / 95 min, puis T

<sup>7</sup> Valeurs utilisées usuellement pour le dimensionnement de STEU.

<sup>8</sup> Demande chimique en oxygène.

<sup>9</sup> Azote total Kjeldahl.

<sup>10</sup> Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

> 110 °C / 55 min, puis T > 120 °C / 13 min pour des particules de taille inférieure à 30 mm), puis co-incinérés en cimenterie avec les autres sous-produits de catégorie C1.

### 3.1.2. La Garonne

L'effluent liquide traité de la STEU d'équarrissage est rejeté sur la rive gauche de la Garonne, par une canalisation débouchant à quelques mètres de la berge. Dans ce secteur, la largeur du fleuve est d'environ 90 m (pièce du dossier n°14 et site internet [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr) consulté le 15 juin 2024).

### 3.1.3. Caractéristiques hydrodynamiques du tronçon de la Garonne concerné par le projet

De par sa grande superficie (55 000 km<sup>2</sup>), le bassin versant de la Garonne, qui prend sa source dans les Pyrénées espagnoles, est soumis i) aux influences océaniques et pyrénéennes, ce qui se traduit par un régime hydrographique pluvio-nival, et ii) à une influence méditerranéenne avec l'apport de rivières comme le Tarn et l'Aveyron. Les hautes eaux interviennent en hiver et au printemps, les basses eaux en été et au début d'automne et les moyennes eaux en automne et au printemps. La Garonne, qui subit des périodes d'étiage prononcé en été, est classée comme cours d'eau « très déficitaire » dans le SDAGE<sup>11</sup> Adour-Garonne<sup>12</sup> (SDAGE réalisé de 2018 à 2020 et approuvé en 2022).

Les données de débit moyen mensuel de la Garonne, enregistré au niveau de la station hydrométrique de Lamagistère, pour l'ensemble de la période disponible, soit de 1967 à juin 2024<sup>13</sup>, ont été exploitées (données téléchargées à partir du site internet <https://www.hydro.eaufrance.fr/> consulté le 15 juillet 2024). Cette station est la plus représentative de la zone étudiée dans cette expertise ; elle est située 35 km en amont du rejet de l'établissement d'équarrissage. Les débits moyens mensuels sont illustrés sur la figure 2. En outre, les débits caractéristiques de la Garonne au niveau de cette station sont :

- débit moyen interannuel : 390 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> ;
- débit mensuel minimal annuel ayant la probabilité d'être observé une année sur cinq (QMNA5) : 75 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> ;
- débit moyen mensuel en étiage (août) : supérieur à 100 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> ;
- débits moyens journaliers extrêmes connus : 31,9 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> et 4 390 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (source : <https://www.hydro.eaufrance.fr/stationhydro/O614001001/synthese> consulté le 15 juillet 2024).

<sup>11</sup> Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.

<sup>12</sup> Source : page internet consultée le 1<sup>er</sup> juillet 2024 « La politique de l'eau : le SDAGE-PDM 2022-2027 » publiée le 12/10/2020  
<https://eau-grandsudouest.fr/politique-eau/bassin/schema-directeur-amenagement-gestion-eaux-sdage/politique-eau-sdage-pdm-2022-2027>.

<sup>13</sup> Cette longue période a été choisie afin d'avoir un jeu de données statistiquement représentatif.

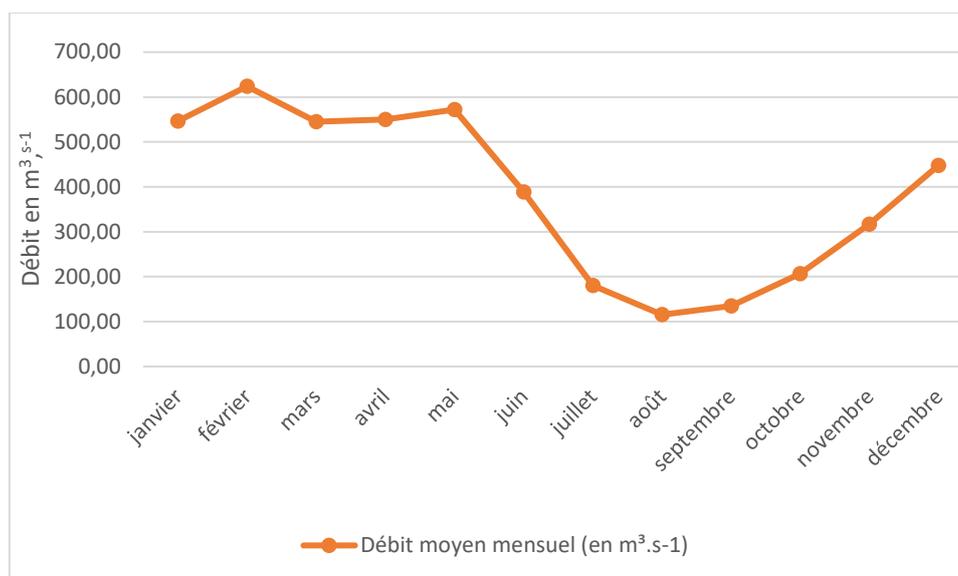


Figure 2 : Débit moyen mensuel ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) de la Garonne mesurés entre 1967 et juin 2024 à la station de Lamagistère située 35 km en amont du rejet de l'équarrissage (Source des données : <https://www.hydro.eaufrance.fr/>)

En 2008, afin de définir le périmètre de protection rapprochée de la prise d'eau et de connaître les vitesses de propagation et les paramètres de dispersion d'un polluant, un traçage a été réalisé entre août 2007 et juin 2008, sur une portion de 17,4 km (pièces du dossier n°6 et 7). Aucun traçage supplémentaire n'a été réalisé depuis entre le rejet de la STEU d'équarrissage et la prise d'eau. À partir de ces traçages, les auteurs de la pièce du dossier n°7 ont estimé une vitesse moyenne de transfert de  $1,44 \text{ m.s}^{-1}$  en moyennes eaux, soit 1h26 pour parcourir la distance de 7,4 km (distance entre la STEU d'équarrissage et la prise d'eau). La modélisation hydrologique *via* le modèle mathématique ACROPOL, réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation de l'usine de production de Sérignac-sur-Garonne, confirme cette vitesse moyenne.

Le CES « Eaux » fait le postulat que ce temps de transfert (1h26 en moyennes eaux) sera celui des prions éventuellement présents dans l'effluent de la STEU d'équarrissage, entre cette STEU et la prise d'eau en aval. Ce temps court est peu favorable à la sédimentation de particules auxquelles des prions pourraient être associés, y compris en période de faible débit.

En outre, dans le secteur de la Garonne proche de la prise d'eau, les sédiments sont essentiellement constitués de sables et de graviers. Les matériaux déposés dans le lit, caractérisés par sédimentométrie, contiennent une très faible fraction fine qui pourrait être favorable à l'adsorption de prions mais dont l'association à des sables et graviers montre une origine située à l'amont du bassin versant (d'après la pièce du dossier n°20). **Le CES « Eaux » a donc fait l'hypothèse d'une absence de sédimentation des particules fines potentiellement associées aux prions.**

**Tableau 1 : Temps de transit du traceur en conditions de basses, moyennes ou hautes eaux lors de la simulation réelle d'une pollution accidentelle réalisée en 2008 à 17,4 km en amont de la future prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne (d'après la pièce du dossier n°7)**

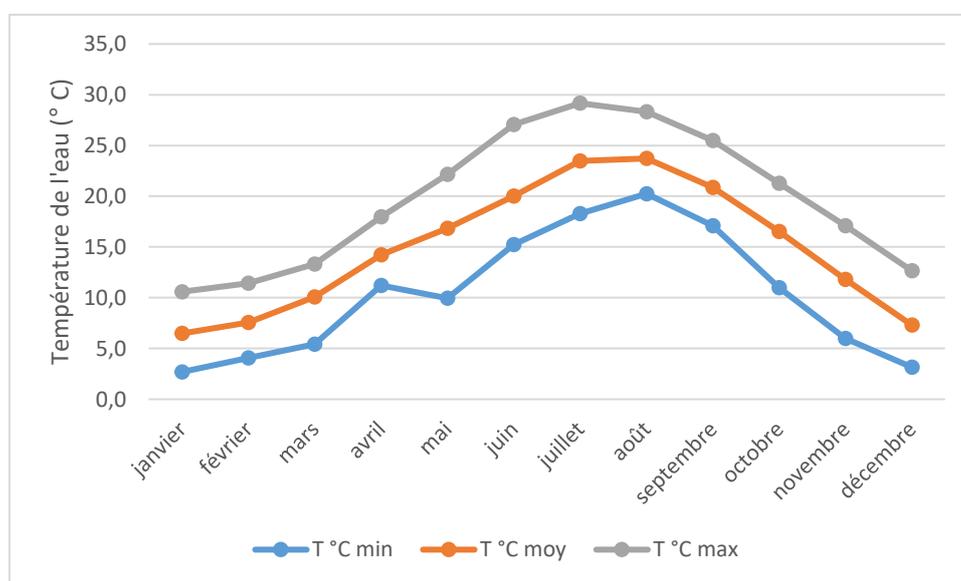
Période	Débit de la Garonne	Temps de transit global sur 17,4 km
Basses eaux	75 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	8h15
Moyennes eaux	340 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	3h20
Hautes eaux	600 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	3h

### 3.1.4. Température de l'eau de la Garonne sur le secteur concerné par le projet

Les mesures de température de l'eau de la Garonne, enregistrées au niveau de la même station hydrométrique de Lamagistère, ont été exploitées (données issues du site internet <https://naiades.eaufrance.fr/> consulté le 17 octobre 2024). La requête a été réalisée sur la même période que celle retenue pour l'analyse du débit (soit depuis 1967 à juin 2024) mais les seules données disponibles concernaient la période entre juillet 2009 et décembre 2017. Une série complète de données (1967-2024) était disponible sur une autre station située à 60 km en amont (St-Aignan). Toutefois, ces données n'ont pas été retenues car elles étaient trop différentes, sur la période commune (2009-2017), de celles de la station de Lamagistère.

Les données de qualité d'eau au niveau de la station de Lamagistère montrent que la moyenne des températures mensuelles moyennes de la Garonne, sur la période 2009-2017, est de 15 °C et qu'elle fluctue entre 3 et 30° (Figure 3).

Ces données sont en accord avec celles du dossier concernant trois prises d'eau alimentant des usines de production d'EDCH situées en amont de l'usine d'équarrissage (données de contrôle sanitaire de 2012 à 2019 : température comprise entre 6 et 26 °C, moyenne 15 °C).



**Figure 3 : Températures minimale, moyenne et maximale de l'eau de la Garonne en °C mesurées entre 2009 et 2017 à la station de Lamagistère située 35 km en amont du rejet de la STEU d'équarrissage (Source des données : <https://naiades.eaufrance.fr/>)**

### 3.1.5. Traitement et distribution des eaux destinées à la consommation humaine

Les besoins actuels en eau des unités de distribution (UDI) de l'agglomération d'Agen – Sérignac et de l'Albret – Sérignac sont de 2 300 à 3 340 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup>.

Le projet prévoit la construction d'une usine de production d'EDCH de capacité nominale de  $250 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  (tout en conservant le forage actuel en secours à un débit de  $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ). La quantité d'eau prélevée dans la Garonne par la future prise d'eau de Sérignac sera de  $270 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  (pièces du dossier n°2 et 6).

La filière de traitement prévue est décrite à l'annexe 9. Elle comprend les étapes de traitement suivantes (pièces du dossier n°1 et 6) :

- tamisage ;
- coagulation/décantation/floculation aux sels d'aluminium. Le traitement de clarification est effectué dans un décanteur lamellaire classique en utilisant comme coagulant un polyhydroxychlorure d'aluminium ;
- inter-ozonation. L'ozone est utilisé dans cette filière de traitement essentiellement comme oxydant, et non uniquement comme désinfectant. Le taux de traitement devrait varier de 1 à  $2 \text{ mg O}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  avec un temps de contact de 10 min. L'objectif annoncé est de réduire les concentrations de métabolites du métolachlore et d'oxyder le glyphosate et l'acide aminométhylphosphonique (AMPA). La pièce du dossier n°5 précise que le résiduel d'ozone sera nul en sortie du premier compartiment, dans lequel la demande immédiate en ozone aura été satisfaite et sera de 0,1 à  $0,2 \text{ mg O}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  en sortie du deuxième compartiment. Ces données ont été confirmées dans la pièce du dossier n°6 ainsi que dans les échanges avec l'Agence régionale de santé (ARS) ;
- adsorption *via* un réacteur à charbon actif micro-grains. Ce réacteur utilise une technologie qui, grâce à la mise en contact de l'eau avec un lit de charbon actif expansé et fluidisé, permet une meilleure adsorption des micropolluants les plus polaires que dans un filtre à charbon actif classique dont la régénération du charbon doit être très fréquente ;
- filtration sur sable avec une vitesse de  $6,3 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$ , l'objectif de turbidité étant de 0,3 NFU en sortie des filtres à sable ;
- désinfection UV basse pression avec une dose prévue de  $400 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$  (classique en traitement d'EDCH) ;
- mise à l'équilibre calco-carbonique (hydroxyde de sodium) ;
- désinfection finale au chlore à un taux de traitement de  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  et un temps de contact de 2 à 5 h.

Après traitement, l'EDCH est stockée dans un réservoir de  $800 \text{ m}^3$  avant sa distribution.

La qualité de l'eau brute est précisément décrite à l'annexe 8.

**Au vu de ces données actuelles, le CES « Eaux » estime que la filière de production d'EDCH prévue est adaptée, à ce jour, à la qualité de l'eau brute de la Garonne. Néanmoins, les risques liés aux prions ne sont pas pris en compte pour cette estimation.**

Le dossier décrit les modalités de surveillance de l'eau aux différentes étapes de traitement, au moyen d'analyseurs fixes et de prélèvements. Les emplacements des analyseurs en continu ainsi que les paramètres analysés sont illustrés à l'annexe 10. En revanche, aucune indication n'est fournie quant à la surveillance effectuée sur des prélèvements ponctuels.

### 3.2. Identification du danger

#### 3.2.1. Généralités sur les prions et les encéphalopathies spongiformes transmissibles

Les prions (acronyme de *PROteinaceous Infectious particle*) sont des agents pathogènes de nature exclusivement protéique, responsables de maladies neurodégénératives fatales appelées encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST). Elles affectent l'Homme et plusieurs espèces animales.

Les prions sont constitués d'une protéine de l'hôte : la protéine prion ou PrP. Cette protéine, initialement sous forme normale ou cellulaire (PrPC), adopte une conformation pathologique (PrPSc) lors de la pathogenèse des EST. La conversion de la PrPC en PrPSc survient soit spontanément (formes idiopathiques et génétiques), soit par contact avec des prions exogènes (formes iatrogènes ou accidentelles/alimentaires). Ce processus auto-catalytique conduit à l'accumulation de PrPSc sous forme d'agrégats/d'assemblages de différentes tailles principalement dans le cerveau, causant des troubles neurologiques puis la mort.

Chez une même espèce, il existe différentes souches de prions responsables de maladies présentant des caractéristiques biologiques distinctes, comme la durée d'incubation, les symptômes cliniques engendrés, les zones de neuro-dégénérescence concernées ou bien des propriétés physico-chimiques de la PrPSc associée. Cette diversité de souches est liée à des conformations différentes de PrPSc (Béringue, Vilotte et Laude 2008). À ce titre, la résistance des prions aux procédés physico-chimiques d'inactivation dépend étroitement de la souche considérée.

Les principales EST animales incluent la tremblante du mouton et de la chèvre, l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) et la maladie du dépérissement chronique (en anglais, *Chronic wasting disease*, CWD) des cervidés. Derrière ces noms génériques se cache un grand nombre de souches de prions d'origines variées et aux caractéristiques différentes. Les souches de maladies à prions animales présentes en France et leurs principales évolutions épidémiologiques ont été exposées dans des avis récents de l'Anses (Anses 2021, 2022). Elles sont décrites ci-après.

#### 3.2.2. Souches de maladies à prions animales présentes en France

##### ➤ Bovins

Chez les bovins, trois souches de maladies à prions sont présentes : ESB-C, ESB-L et ESB-H.

La forme épizootique de l'ESB (ESB-C) est apparue au Royaume-Uni en 1986 puis dans le reste de l'Europe. Cette maladie a très fortement régressé à partir de la mise en place effective des mesures de gestion du risque. Elle est très rare aujourd'hui en France (dernier cas en 2016, cf. Figure 4A) mais toujours présente en Europe, plus de 20 ans après l'interdiction de l'utilisation des farines de viandes et d'os (FVO) en alimentation animale (dernier cas détecté en Écosse en 2024). L'origine de cas, détectés chez des animaux nés après l'interdiction des FVO, est toujours soumise à hypothèses, mais l'EFSA (2017) considère qu'une contamination résiduelle par voie orale est celle la plus probable.

Les souches ESB-L et ESB-H ont été découvertes en 2003 grâce aux programmes de surveillance active de l'ESB en France et en Italie (Biacabe *et al.* 2004; Casalone *et al.* 2005), puis dans le reste de l'Europe et en dehors. Leur prévalence est faible et semble stable au cours du temps, indépendamment de la mise en place des mesures de gestion du risque. Ces

ESB « atypiques » sont encore détectées chaque année dans les programmes de surveillance, en faible nombre (de 0 à 5 cas, cf. Figure 4B). Elles seraient d'origine spontanée.

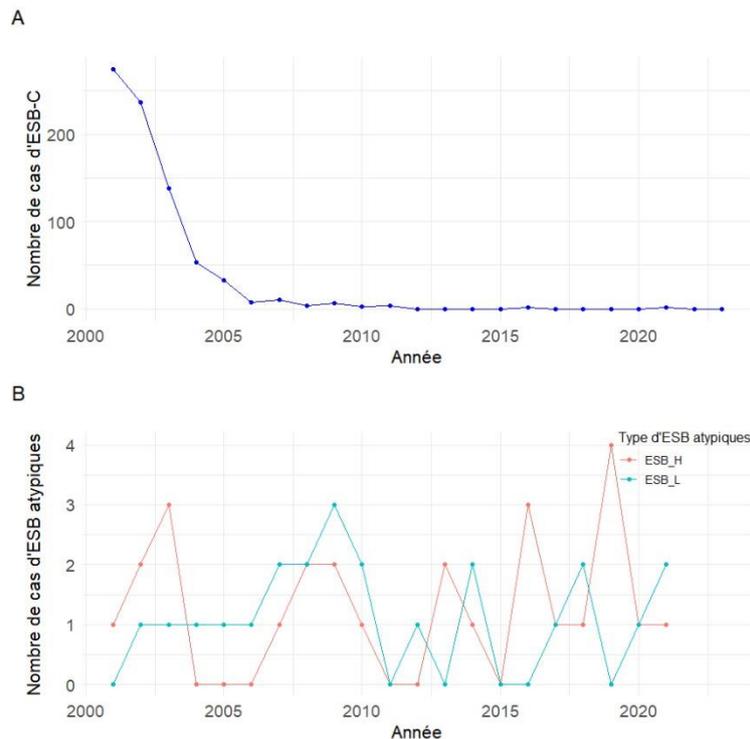


Figure 4. Évolution du nombre de cas d'ESB-C (A) et d'ESB atypiques ESB-L et ESB-H (B) en France depuis l'année 2000. D'après les données de Morignat *et al.* (2023)

### ➤ Petits ruminants

Chez les petits ruminants, il existe trois grands types de maladies à prions : tremblantes « classique » et « atypique » du mouton et de la chèvre, et ESB-C.

#### ■ Tremblante dite « classique » du mouton et de la chèvre

Elle regroupe plusieurs souches de prions aux caractéristiques physiopathologiques et biochimiques différentes. Elle est transmissible en conditions d'élevage de façon directe ou indirecte (contamination de l'environnement d'élevage).

Ces maladies sont présentes dans les cheptels ovins et caprins depuis au moins 1732 (année de leur première description) en Europe. Leur prévalence en France a significativement diminué depuis 2002, jusqu'à un niveau résiduel très faible (cf. Figure 5A). En effet, les programmes actuels de surveillance n'ont pas détecté de cas de tremblante classique depuis 2018 chez les caprins et 2015 chez les ovins. La surveillance active visant l'exhaustivité du dépistage (test rapide biochimique systématique en abattoir et en équarrissage sur les carcasses ou les cadavres de plus de 18 mois) pendant les années 2005 à 2007, couplée aux mesures de police sanitaire (élimination des animaux de génotypes sensibles dans les troupeaux infectés), ont très probablement contribué à cette diminution. L'absence de cas détectés depuis plusieurs années est toutefois à pondérer compte tenu :

- des réductions successives du nombre de tests réalisés (le dépistage n'étant réalisé que sur un échantillon limité de la population à l'abattoir et à l'équarrissage) ;

- des tests de dépistage pratiqués sur le système nerveux central qui ne permettent pas la détection des animaux infectés en phase précoce d'incubation (soit environ 50 % des animaux infectés (Afssa 2007)).

■ Tremblante dite « atypique » du mouton et de la chèvre

Elle a été mise en évidence en France et en Europe depuis la mise en place de la surveillance active de la tremblante. Elle serait due, *a priori*, à une seule souche de prions dénommée Nor98 (Le Dur *et al.* 2005).

Bien qu'expérimentalement transmissible par voie orale, elle ne semble pas transmissible en conditions d'élevage. Les programmes de surveillance identifient chaque année des cas, mais la prévalence se maintient à un niveau bas (Cazeau *et al.* 2023).

■ ESB-C chez les petits ruminants

Un cas d'ESB-C a été détecté en 2004 chez une chèvre (Eloit *et al.* 2005), illustrant la possibilité de présence de cet agent dans les cheptels caprins, probablement du fait de la consommation de FVO contaminées. Malgré une phase intensive de surveillance des maladies à prions chez les petits ruminants visant l'exhaustivité, pendant les années 2005-2007, aucun nouveau cas n'a été détecté en France (cf. Figure 5B). Un deuxième cas a été découvert en Écosse (Spiropoulos *et al.* 2011) par des études rétrospectives sur d'anciens échantillons de chèvres diagnostiquées comme atteintes de tremblante en 1990. Il est à noter que si cette souche était encore présente en France, les programmes de surveillance actuelles n'ont plus la capacité de mettre en évidence une prévalence extrêmement faible de l'ESB des petits ruminants (Anses 2014a).

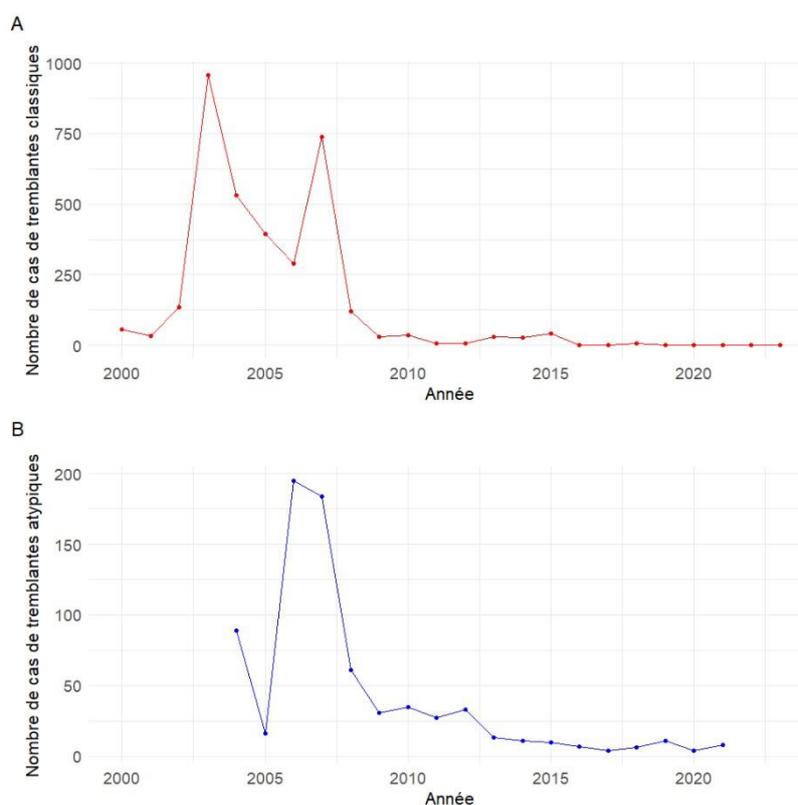


Figure 5. Évolution du nombre de cas de tremblantes classiques (A) et atypiques (B) du mouton et de la chèvre en France depuis l'année 2000. D'après les données de Cazeau *et al.* (2023)

### 3.2.3. Risque zoonotique des souches de maladies à prions animales présentes en France

Parmi les différents prions responsables de maladie chez l'animal, les prions de l'ESB-C sont les seuls qui ont démontré, en conditions naturelles, un risque zoonotique avéré. Ils sont responsables chez l'Homme de la forme variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob. À ce jour, plus de 230 cas cliniques ont été identifiés dans le monde, dus à la consommation d'aliments contaminés. Il est estimé également qu'une personne sur 2 000 au Royaume-Uni, ayant été exposée aux prions de l'ESB-C, serait porteur asymptomatique de la maladie (Cooper et Bird 2003; Noel Gill *et al.* 2013). Cette proportion de porteurs asymptomatiques est issue d'études systématiques réalisées sur des tissus d'appendices et d'amygdales, prélevés lors d'actes chirurgicaux en milieu hospitalier, et dans lesquels du PrPSC a été retrouvé.

L'ESB-L atypique présente un potentiel zoonotique démontré par une transmission expérimentale, soit directement, soit après passage chez un animal hôte intermédiaire, à des souris transgéniques « humanisées » (i.e., exprimant la PrP humaine) ou des primates non-humains. De plus, dans ces modèles, l'ESB-L se propage plus rapidement et avec un taux d'attaque plus élevé que l'ESB-C (Beringue *et al.* 2008; Comoy *et al.* 2008).

Contrairement à l'ESB-C et à l'ESB-L, l'évaluation du potentiel zoonotique de l'ESB-H dans un modèle murin « humanisé » souligne l'absence de transmission de la maladie. L'agent de l'ESB-H chez le bovin semble présenter un risque de santé publique bien inférieur à celui des autres souches d'ESB (Anses 2022).

La tremblante classique pourrait elle-aussi, présenter un potentiel zoonotique, comme le suggèrent les travaux de transmission au macaque ou à des lignées de souris transgéniques humanisées (Anses 2017; Cassard *et al.* 2014; Comoy *et al.* 2015), mais probablement plus faible que pour l'ESB-L ou l'ESB-C dans ces modèles (incubation plus importante ou le faible taux d'attaque des rongeurs).

La tremblante atypique a également été transmise expérimentalement à des souris transgéniques humanisées mais cette transmission est exceptionnelle (Marín-Moreno *et al.* 2024; Wadsworth *et al.* 2013), suggérant ainsi un potentiel zoonotique limité. Il est à noter que chez les animaux infectés naturellement ou expérimentalement par la tremblante atypique/Nor98, il a récemment été démontré la co-propagation à bas bruit de prions présentant un phénotype similaire à ceux de l'ESB-C (Huor *et al.* 2019). Cependant, ces prions n'ont pas été détectés lors d'expériences de transmission à la souris transgénique exprimant la PrP humaine (Marín-Moreno *et al.* 2024).

Enfin, le potentiel zoonotique de l'ESB-C des petits ruminants est supérieur à celui de l'ESB-C bovine (Padilla *et al.* 2011).

### 3.2.4. Quantification de l'infectiosité des prions

L'infectiosité ou l'activité biologique des prions peut être quantifiée expérimentalement par bioessai, en établissant des courbes dose/réponse chez des animaux receveurs (rongeurs de laboratoire, primates non humains) ou des espèces hôtes (bovins, ovins, caprins). Des dilutions sériées d'extraits de tissus contenant des prions sont inoculées à ces animaux et le développement de la maladie, qu'il soit clinique ou asymptomatique, est étudié en fonction de la dose inoculée. Le titre infectieux s'exprime alors en dose infectieuse 50 (DI<sub>50</sub>) par gramme de tissu (dose tuant ou infectant 50 % des animaux inoculés). Sa valeur est fonction du modèle inoculé et de la voie d'inoculation choisie (Prusiner *et al.* 1982; Prusiner *et al.* 1981).

Cette  $DI_{50}$  peut être établie en condition de transmission intra-espèce ou inter-espèces, sachant que dans un contexte inter-espèces, la valeur obtenue sera dépendante de la présence ou non d'une barrière d'espèce et de sa force (Igel-Egalon *et al.* 2020). Pour la souche de prions de l'ESB-C, la  $DI_{50}$  par voie orale chez le bovin est de 0,15 g de cerveau infecté au stade terminal de la maladie (Konold *et al.* 2012). La dose infectieuse minimale de la souche ESB-C induisant la maladie chez l'Homme par voie orale n'est pas connue. Un consortium européen s'est attelé dans les années 2000, à estimer cette dose par transmission expérimentale au primate non-humain (macaque *Cynomolgus*), un modèle proche de l'Homme et donnant un phénotype de type variant de la MCJ<sup>14</sup> après inoculation expérimentale de la souche ESB-C (Lasmézas *et al.* 1996).

La dose équivalente à 5 g de cerveau de bovin infectieux induit la maladie chez 100 % des macaques infectés par voie orale. Pour la dose de 0,5 g de cerveau infectieux, le taux d'infection est inférieur à 100 % (Lasmézas 2017) ; les résultats des doses plus faibles n'ont pas été publiés.

À noter que concernant la souche ESB-C, chez des moutons susceptibles d'être infectés par voie orale, la dose minimale capable d'infecter un animal est de 0,05 g de cerveau (McGovern *et al.* 2016).

### 3.2.5. Connaissances actuelles sur le comportement des prions

#### 3.2.5.1. Devenir des prions dans les eaux usées

Les prions de l'ESB-C sont décrits comme les plus thermo-résistants (Böhnlein *et al.* 2012; Maluquer de Motes *et al.* 2008; Maluquer de Motes *et al.* 2012); Marín-Moreno *et al.* (2019), renforçant ainsi la notion de stabilité de ce danger au sein d'une famille déjà particulièrement difficile à inactiver.

Marín-Moreno *et al.* (2016) ont étudié la stabilité des prions de l'ESB-C en les ajoutant expérimentalement à des échantillons d'eaux usées. Aucune diminution notable d'infectiosité n'est observée pendant 150 jours, alors que des abattements du titre infectieux de 2 ou 3  $\log_{10}$  sont respectivement observés après 265 jours ou 6 ans.

Miles *et al.* (2011) ont étudié la stabilité dans l'eau des prions d'une tremblante expérimentale (souche RML<sup>15</sup>). Après une semaine dans des eaux usées brutes, des EDCH ou de l'eau déionisée, les auteurs ont constaté une réduction de 0,5 à 1,4  $\log_{10}$  selon les conditions testées ainsi qu'un maintien de l'infectiosité sur une période de huit semaines. Il est à souligner que l'abattement du titre infectieux était le plus faible dans les eaux usées (soit une différence de plus de 0,5  $\log_{10}$  par rapport à l'abattement constaté en EDCH, ou en eau déionisée), suggérant pour les auteurs, un « effet protecteur » de la matière organique présente dans les eaux usées sur les prions.

#### 3.2.5.2. Persistance des prions dans l'environnement

D'après la recherche bibliographique réalisée (cf. § 2.2.1), la persistance et le maintien des prions dans les environnements aquatiques naturels sont peu documentés. Les travaux identifiés concernent principalement les sols.

Ainsi, en 2004, le rôle de l'environnement dans la transmission indirecte de maladies à prions chez le mouton a été démontré en Islande (Georgsson, Sigurdarson et Brown 2006). Malgré une politique d'élimination des moutons malades et de désinfection ou de destruction des locaux d'élevage menée depuis 1978, la réapparition de la tremblante du mouton, au sein des

<sup>14</sup> Maladie de Creutzfeldt-Jakob.

<sup>15</sup> Rocky mountain laboratory.

troupeaux réintroduits sur l'île et exempts de maladie sur plusieurs générations, suggère une persistance des prions pendant plus de 16 années dans l'environnement.

Dans leur revue, Zabel et Ortega (2017) évoquent des résultats similaires à la suite de la mise en place d'une démarche analogue pour éradiquer la maladie du dépérissement chronique des cervidés. Ils proposent un modèle théorique de dissémination de cette maladie au sein des populations de cervidés sauvages, avec une voie de contamination indirecte pour laquelle l'environnement (sols, eaux et plantes souillés par l'urine ou les fèces d'animaux malades) serait un réservoir pour les prions. Cette théorie est appuyée par des travaux qui expliquent la persistance des prions dans l'environnement grâce à leur capacité à s'adsorber aux argiles (notamment à la montmorillonite<sup>16</sup> et à la kaolinite), aux microparticules de quartz et à une grande variété de constituants des sols (Zabel et Ortega 2017; Saunders, Bartz et Bartelt-Hunt 2009).

La persistance des prions dans l'environnement est également fonction d'autres paramètres. En particulier, leur adsorption aux phases minérales des sols dépend des conditions de leur introduction dans l'environnement. À titre d'exemple, des prions qui se trouvent dans une matrice complexe, telle qu'un homogénat de cerveau, s'adsorbent plus lentement aux composés minéraux (Saunders, Bartz et Bartelt-Hunt 2009).

Enfin, les expériences en laboratoire montrent que la fixation des prions à la montmorillonite rend plus efficace leur transmissibilité par voie orale (ingestion). Cette liaison augmente le titre infectieux effectif d'un facteur 680 par rapport aux prions non liés (Johnson *et al.* 2007). En outre, l'ajout de montmorillonite dans un homogénat de cerveau infecté (modèle murin expérimental) semble adsorber la fraction infectieuse (Wyckoff *et al.* 2013).

Les travaux menés sur les sols montrent que certains constituants minéraux ou organiques, tels que les particules de quartz, les minéraux argileux (similaires aux matières en suspension et sédiments des cours d'eau) jouent un rôle dans la persistance des prions (Bartelt-Hunt et Bartz 2013).

### **3.2.5.3. Devenir des prions dans les eaux naturelles**

Les experts n'ont recensé aucune étude scientifique menée *in situ*, dans des écosystèmes naturels aquatiques (rivière, estuaire), avec un suivi des prions selon un protocole standardisé.

Au sein d'un isolat et/ou d'une souche de prions, la protéine infectieuse qui s'accumule est intrinsèquement hétérogène sur le plan de sa structure secondaire, tertiaire et quaternaire (Igel *et al.* 2023). La taille des agrégats de PrPSc formés peut ainsi varier du dimère jusqu'à des assemblages de plusieurs dizaines de molécules de PrPsc (Bohl *et al.* 2023; Silveira *et al.* 2005; Tixador *et al.* 2010).

Ces différentes formes d'agrégats montrent des propriétés physico-chimiques variables bien que toujours infectieuses. Cette variabilité peut induire des comportements différents dans l'environnement :

- la solubilité et la diffusibilité des prions varient en fonction de la taille et de la densité des agrégats (Berardi *et al.* 2006) ;
- la filtration/rétention sera moindre pour les agrégats de petite taille (Arellano Anaya *et al.* 2011; Yunoki *et al.* 2010) ;
- certains agrégats protéiques peuvent aussi se lier fortement aux éléments argileux dans l'eau (Bartelt-Hunt et Bartz 2013) et dans les sols (Booth *et al.* 2021) ;

---

<sup>16</sup> Sachant que l'argile la plus abondante dans la nature est l'illite aux capacités d'adsorption supérieures à celles de la kaolinite mais plus faibles que celles de la montmorillonite.

- les agrégats disposent de propriétés qui les conduisent à se lier aux membranes cellulaires (Morillas *et al.* 1999; Overduin, Wille et Westaway 2021) ;
- les agrégats présentent une affinité élevée pour les matières organiques (Pucci, D'Acqui et Calamai 2008; Saunders, Bartelt-Hunt et Bartz 2008) et ils se fixent aux substances humiques en formant des complexes insolubles (Giachin *et al.* 2017). Les interactions ainsi formées sont fortes et elles se traduisent par la constitution de complexes stables rendant la fixation des prions difficilement réversible (Rao *et al.* 2007).

D'autres structures protéiques peuvent également être constituées de protéines PrPSc tronquées de leur partie N terminale (Dron *et al.* 2010; Jiménez-Huete *et al.* 1998). Ces variations de structure sont alors susceptibles d'influencer les propriétés physico-chimiques des prions. À titre d'exemple, l'interaction des protéines tronquées avec une matrice minérale sera moindre en l'absence de la partie N-terminale, région où sont localisés les sites de liaison de haute affinité aux ions métalliques.

**Dans ces conditions, le CES Eaux considère que les prions peuvent s'adsorber sur les matières organiques et les particules minérales présentes dans l'eau ou exister sous forme « libre » dans l'eau.**

#### **3.2.5.4. Efficacité de la transformation et du traitement d'un équarrissage**

Parmi les méthodes de transformation de sous-produits animaux prévues dans le règlement (UE) n°142/2011 (cf. annexe 3), seule la méthode 1 (133 °C / 3 bars / 20 min pour des particules ne dépassant pas 50 mm) est considérée comme efficace pour réduire significativement l'infectiosité associée aux prions (Afssa 2010; Giles *et al.* 2008; Taylor 2000). Ce traitement thermique peut être également appliqué aux effluents liquides de la STEU comme recommandé par l'Afssa (2010).

Par ailleurs, dans leurs études d'appréciation des traitements des STEU d'équarrissage, Adkin, Donaldson et Kelly (2013) estiment que des taux d'abattement des prions entre 30 % à 99 % peuvent être obtenus pour les STEU d'installations de tailles limitées avec des technologies de traitement assez variables<sup>17</sup> et de 99 à 99,4 % pour les STEU ayant des traitements plus conséquents (bassins d'aération, traitement biologique des boues et dégrillage).

#### **3.2.5.5. Efficacité du traitement des eaux destinées à la consommation humaine sur les prions**

Ce chapitre fait état de la littérature scientifique concernant les étapes de traitement de l'EDCH de l'usine de Sérignac-sur-Garonne.

##### **3.2.5.5.1. Clarification (Coagulation, floculation et décantation)**

Nichols *et al.* (2009) ont analysé la présence de prions dans les eaux brutes d'une rivière dans le Nord du Colorado où la CWD des cervidés est endémique. Deux prises d'eau dans cette rivière alimentent une usine de production d'EDCH ayant comme traitements une coagulation-floculation aux sels d'aluminium, une décantation, une filtration bicouche sable/antracite et un traitement à la chaux et au CO<sub>2</sub>. Dans cette région, la qualité de l'eau brute est variable, elle peut être fortement dégradée lors des épisodes de fonte des neiges, en mai. Au total, 18 échantillons ont été prélevés lors de quatre séries de prélèvements réalisés en mars, mai et

---

<sup>17</sup> Les auteurs ne décrivent pas les STEU étudiées. Ils parlent de « petites » et de grandes « STEU ». Les experts ont supposé qu'il était question de technologies de traitement.

juillet 2007. Après analyse avec une technique d'amplification *in vitro* des prions (PMCA<sup>18</sup>), une détection des prions de la CWD a été observée lors des prélèvements réalisés en mai dans 57 % des échantillons collectés dans l'eau brute (24 sur 42) et dans 67 % des échantillons collectés sur les floculats (20 sur 30). Les concentrations mesurées dans l'eau brute étaient proches de la limite de détection des prions de la CWD pour la technique utilisée (Nichols *et al.* 2009). Il est à noter que la qualité globale de l'eau brute positive pour la détection des prions de la CWD était plus dégradée que la qualité de l'eau brute des autres prélèvements, en raison d'évènements pluvieux. Toutefois, les valeurs des paramètres physico-chimiques mesurées restent dans les limites régulièrement relevées dans les rivières françaises, dont la Garonne (MES 48 mg.L<sup>-1</sup>, COT 9,5 mg.L<sup>-1</sup> et turbidité 12,6 NFU). Aucun prélèvement provenant de la filière de traitement (au stade eau filtrée puis eau désinfectée) ne s'est révélé positif pour la détection des prions de la CWD.

En complément, Nichols *et al.* (2009) ont réalisé en laboratoire des essais « Jar-test », en ajoutant à l'eau brute des homogénats de cerveau de cervidés contaminés et en utilisant du sulfate d'alumine comme coagulant. Après centrifugation et séparation du « surnageant » et des « floccs », la détection des prions de la CWD n'a été positive que dans la fraction « floccs », démontrant ainsi l'efficacité de la coagulation-floculation au sulfate d'alumine pour la décantation des prions de la CWD. Toutefois, les données produites, par Nichols *et al.* (2009) sont qualitatives et ne permettent pas de calculer le taux d'abattement qui résulte de la phase de coagulation-floculation au regard du risque de la CWD. Cette étude suggère cependant que l'étape de clarification du traitement des EDCH est de nature à favoriser le piégeage puis la décantation des prions.

#### 3.2.5.5.2. Ozonation

L'efficacité de l'ozonation sur les prions a été étudiée sur la souche expérimentale de laboratoire 263K par Ding *et al.* (Ding *et al.* 2012b; Ding *et al.* 2012a; Ding *et al.* 2014; Ding *et al.* 2013). Les résultats démontrent que le traitement à l'ozone est plus efficace en conditions de pH inférieur ou égal à 6 et à température élevée. En utilisant la technique d'amplification *in vitro* (PMCA), les auteurs ont observé :

- 2 log<sub>10</sub> d'inactivation des prions avec un CT de 0,41 min.mg.L<sup>-1</sup>, à pH 6 et une température de 20 °C ;
- 3 log<sub>10</sub> d'inactivation pour un CT de 14,30 min.mg.L<sup>-1</sup> avec les mêmes conditions de pH et température ;
- qu'à pH 8 et à une température de 20 °C, un CT de 2,59 min.mg.L<sup>-1</sup> est nécessaire pour maintenir 2 log<sub>10</sub> d'abattement.

En outre, le procédé permettrait l'altération de la structure primaire de la protéine prion. Les auteurs considèrent que l'ozone, sous sa forme moléculaire, est plus actif sur la protéine prion infectieuse que sous sa forme radicalaire, générée à pH basique.

Toutefois, le CES « Eaux » souligne que l'expérimentation a été réalisée sur la seule souche de tremblante expérimentale de laboratoire 263K. Or, l'efficacité des traitements prionocides physiques ou chimiques, varie fortement en fonction de la souche de prion étudiée. À titre d'exemple, les prions de l'ESB-C sont particulièrement difficiles à inactiver ; dans ces conditions, ils pourraient mieux résister à l'ozonation que la souche 263K.

Enfin, l'efficacité du traitement à l'ozone peut être extrêmement réduite lorsque les prions sont associés à de la matière organique (Ding *et al.* 2014).

---

<sup>18</sup> Protein Misfolding Cyclic Amplification.

### 3.2.5.5.3. Réacteur à charbon actif

Le charbon actif est connu pour ses capacités d'adsorption des micropolluants organiques de l'eau (ASTEE 2021; FNCCR 2020; Legube 2021). Toutefois, aucune littérature scientifique n'a été retrouvée concernant l'efficacité de cette étape de traitement sur les prions. Aussi, le CES « Eaux » considère que le traitement de l'eau par filtration sur charbon actif n'a pas d'efficacité sur les prions.

### 3.2.5.5.4. Traitement UV

De façon générale, la dose de rayonnement ultraviolet (UV) est exprimée, par unité de surface de liquide irradiée, en microWs.cm<sup>-2</sup> ou J.m<sup>-2</sup>. Cette dose est fonction du ou des micro-organismes visés et de l'objectif de désinfection recherché (abattement ou valeur maximale admissible).

Les prions ont démontré une résistance particulière au rayonnement UV à la longueur d'onde germicide de 254 nm (OMS 2000; Taylor 2000).

À titre d'exemple, la dose d'inactivation à 37 % par les UV a été estimée aux environs de 20 000 J.m<sup>-2</sup> (Bellinger-Kawahara *et al.* 1987; Latarjet *et al.* 1970), ce qui correspond à des doses très éloignées de ce qui est autorisé actuellement (400 J.m<sup>-2</sup>) pour le traitement de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH). Le CES « Eaux » considère donc que le traitement de l'eau par UV n'a pas d'effet d'inactivation des prions.

### 3.2.5.5.5. Traitement de chloration

L'efficacité du chlore sur les prions a été démontrée (Dormont 1996; Kimberlin *et al.* 1983). Cependant, la concentration à respecter pour une efficacité du traitement est très élevée (environ 20 g.L<sup>-1</sup>, 6 degrés chlorométrique ou 2 % de chlore actif) et le temps de traitement nécessaire est d'environ 1 heure. Les conditions du traitement de l'usine de Sérignac-en-Garonne sont très éloignées de ces valeurs qui sont trop élevées pour un traitement de désinfection d'EDCH. À titre illustratif, l'usine de Sérignac-sur-Garonne utilise une désinfection au chlore gazeux avec un taux de traitement de 0,5 mg.L<sup>-1</sup> Cl<sub>2</sub>. Le CES « Eaux » considère donc que cette étape de chloration n'a pas d'effet d'inactivation des prions.

### 3.2.5.5.6. Hydroxyde de sodium (soude)

Comme mentionné par l'Anses (2018), le traitement par l'hydroxyde de sodium 1N pendant 1 heure est également une des méthodes « historiques » d'inactivation des prions à appliquer aux surfaces ou matériels contaminés (OMS 1992, 2003; Taylor 1993).

La soude (hydroxyde de sodium) est utilisée à l'usine de Sérignac-sur-Garonne, en fin d'usine de traitement pour répondre à l'obligation réglementaire de mise à l'équilibre calco-carbonique. Les taux de traitement simulés (16,83 à 27,64 mg.L<sup>-1</sup> de NaOH à 30 %, cf. annexe 10) sont très éloignés des préconisations fournies dans la note de l'Anses (2018) et le CES « Eaux » considère donc que le traitement de l'eau à la soude n'a pas d'effet d'inactivation des prions.

### 3.2.5.5.7. Effets de la température de l'eau

L'efficacité des traitements dans l'usine de production d'EDCH est dépendante de la température de l'eau (filrière de traitement décrite au § 3.3.3).

En particulier, les traitements de coagulation/floculation sont moins efficaces lorsque la température de l'eau baisse. La mise en œuvre de coagulants polymérisés (coagulant prévu à Sérignac-sur-Garonne : polyhydroxychlorure d'aluminium) en remplacement du traditionnel

sulfate d'alumine, par exemple, permet de significativement réduire cet effet défavorable de la température sur la coagulation.

Les traitements d'oxydation, et notamment le traitement d'ozonation, sont très affectés par la baisse de la température des eaux. Selon les divers travaux de Ding sur l'abattement des prions par l'ozonation décrits au § 3.2.5.5.2, une diminution de la température de l'eau de 20°C à 4°C réduit l'efficacité de l'ozonation d'un facteur 3,5 (OMS 2000; Taylor 2000). Ainsi, à pH 8, alors qu'un CT de 2,59 min.mg.L<sup>-1</sup> est suffisant pour un abattement de 2 log<sub>10</sub> à 20 °C, celui-ci doit atteindre 9,07 min.mg.L<sup>-1</sup> à 4 °C pour le même abattement de 2 log<sub>10</sub>.

Les différents travaux de Ding ne portent que sur les températures de 4°C et 20 °C. Au vu de ces articles scientifiques, des données sur la température de l'eau de la Garonne (cf. § 3.1.4) et des connaissances des experts en traitement des EDCH, le CES « Eaux » a fixé, comme valeur seuil en dessous de laquelle l'efficacité des traitements est altérée, une température de 10 °C.

La non prise en compte de l'effet température aurait conduit à surestimer les performances de l'ozonation en période froide.

### 3.3. Évaluation de l'exposition

Ce chapitre explique les choix du CES « Eaux » pour l'élaboration des scénarios d'exposition des consommateurs d'EDCH, consécutifs à l'introduction d'un cadavre d'un ruminant porteur d'une maladie à prions dans l'établissement d'équarrissage.

Prenant en compte les incertitudes liées au comportement des prions dans les milieux aquatiques, le CES « Eaux » a retenu, pour son modèle d'exposition, des hypothèses sécuritaires dans les situations où l'évaluation de l'exposition était difficile au regard des données disponibles.

#### 3.3.1. Présence potentielle des prions dans les effluents rejetés par l'établissement d'équarrissage

##### 3.3.1.1. Quantité initiale de prions associée au système nerveux central

L'ESB-C étant la seule EST animale ayant démontré un risque zoonotique avéré, la première entrée chiffrée du modèle d'exposition est la quantité initiale de prions associée au système nerveux central (SNC) d'un bovin atteint ou en incubation d'ESB-C. Toutefois, comme souligné précédemment par l'Agence (Afssa 2010; Anses 2017), il existe un risque de transmission à l'homme avec les autres EST animales. Il s'agit ici de prendre comme exemple celle pour laquelle la transmission à l'Homme a pu être démontrée et caractérisée. En particulier, il est important de souligner que les travaux expérimentaux d'inoculation au macaque ou à la souris transgénique exprimant la protéine prion humaine suggèrent un potentiel zoonotique pour l'ESB-L égal ou supérieur à l'ESB-C. Le CES « Eaux » considère donc que le scénario basé sur l'ESB-C s'appliquerait également à l'ESB-L.

Au vu de sa revue de la littérature détaillée au § 3.2.1, le CES « Eaux » propose de réaliser deux scénarios de DI<sub>50</sub> :

- le premier considère l'expression de la quantité de prions établie à partir du modèle animal le plus proche de l'Homme, c'est-à-dire sous forme de dose infectante 50 % chez le macaque (DI<sub>50m</sub>). Dans cette situation, en considérant la revue de Lasmézas (2017), le CES « Eaux » fait le postulat que la DI<sub>50</sub> est de 0,5 g de cerveau infecté. En outre, considérant la possibilité de cas asymptomatiques, pour lesquels la dose infectante pourrait être beaucoup plus faible, le CES « Eaux » a émis une seconde

hypothèse plus sécuritaire que la  $DI_{50}$  pourrait être de 0,05 g de cerveau infecté (soit 10 fois plus basse) ;

- le second scénario considère l'expression de la quantité de prions sous la forme de dose infectante 50% chez le bovin ( $DI_{50b}$ ). La détermination de la DL 50% bovine ( $DL_{50b}$ ) est en effet consolidée par les travaux de Konold *et al.* (2012) et reste une unité de référence (Anses 2014a). Dans ce scénario, la  $DI_{50b}$  est de 0,15 g de cerveau infecté (Konold *et al.* 2012).

Par ailleurs, l'Afssa (2010) considère une masse de Système Nerveux Central de 1 500 g pour un bovin. **En utilisant cette masse et en l'appliquant aux deux scénarios de  $DI_{50}$  (m et b) proposés par le CES « Eaux », les quantités de prion d'un cadavre infecté qui entre dans l'usine d'équarrissage sont de 3 000  $DI_{50m}$  (ou 30 000  $DI_{50m}$  si on considère une  $DL_{50}$  de 0,05 g) et 10 000  $DI_{50b}$  en fonction de l'espèce animale considérée (respectivement macaque ou bovin).**

### 3.3.1.2. Flux de contamination

L'Afssa (2010) a estimé des ordres de grandeur d'abattelements des prions depuis le processus d'équarrissage jusqu'à la sortie des effluents d'une STEU. Ce raisonnement avait été élaboré en considérant qu'un encéphale de petit ruminant atteint de tremblante classique était intégré aux sous-produits collectés et traités par l'usine d'équarrissage.

La présente expertise concerne le risque de transmission à l'Homme d'une EST animale *via* l'EDCH. En conséquence, les experts ont repris le raisonnement en considérant l'infection issue d'un encéphale de bovin porteur d'ESB-Classique ou d'ESB-L atypique.

En outre, la situation envisagée correspond à un évènement ponctuel lié à la présence, dans l'usine d'équarrissage, d'un bovin porteur de prions. Le CES « Eaux » n'a pas retenu l'hypothèse de la présence simultanée de plusieurs animaux atteints de maladie à prions à l'équarrissage compte tenu de la prévalence actuelle des maladies à prions chez les bovins et des données disponibles sur les mesures de police sanitaire<sup>19</sup> s'appliquant aux troupeaux où un premier cas a été identifié (animaux de même cohorte de naissance que le cas index d'ESB, euthanasie des animaux de génotype sensible à la tremblante classique pour les petits ruminants). Ces euthanasies liées à la police sanitaire pourraient, en théorie, conduire au traitement de plusieurs cadavres d'animaux infectés dans une même station d'équarrissage. Toutefois, la survenue d'un deuxième cas d'ESB dans les cohortes de naissance n'a plus été observée depuis 2002 (Afssa 2010). Aussi, **dans le modèle, le CES « Eaux » a retenu le traitement d'un seul cadavre arrivant ponctuellement à l'établissement d'équarrissage.**

### 3.3.1.3. Transformation à l'usine d'équarrissage

Le premier module du modèle proposé par le CES « Eaux » (Figure 1) prend en compte le traitement de l'encéphale d'un bovin infecté par l'ESB-C ou ESB-L dans l'établissement d'équarrissage, tel qu'identifié dans le chapitre 3.1. L'encéphale de cet animal et la quantité de prions associée, sont soumis à un traitement thermique (méthode 3) lors de la transformation des matières premières de catégorie C1 en FVO. La quantité initiale de prions (en particulier pour l'ESB) ne subit aucune réduction pendant ce traitement thermique (Taylor 1998).

Le CES « Eaux » a considéré qu'une partie de l'infectiosité des prions était maintenue dans les FVO produites et qu'une autre fraction était présente dans les liquides générés par le

<sup>19</sup> Arrêté du 3 décembre 1990 fixant les mesures de police sanitaire relatives à l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB-Chez les bovins).

Arrêté du 2 juillet 2009 fixant les mesures de police sanitaires relatives aux EST ovines.

Arrêté du 2 juillet 2009 fixant les mesures de police sanitaires relatives aux EST caprines.

procédé de transformation (eaux de process). À ce titre, l'épizootie de l'ESB-C (du début des années 1980 au début des années 2010) a clairement démontré qu'une part significative de l'infectiosité était présente dans les FVO. Toutefois, la répartition des prions entre les FVO et les liquides générés est complexe à quantifier précisément, d'autant que les prions ont tendance à s'adsorber sur de nombreuses matières quelle que soit leur composition (cf. § 3.1).

De plus, ce premier module prend en compte la présence éventuelle de prions qui proviendraient de fragments tissulaires issus directement de l'encéphale et qui auraient contaminé des eaux de lavage lors de la réception du cadavre à l'équarrissage (camions de transport, aire de réception des matières premières, surface de réalisation du test rapide etc.).

Les eaux de process et les eaux de lavage sont dans un premier temps dégrillées au travers d'une grille susceptible de retenir les solides de taille supérieure ou égale à 2 mm.

Au vu de ces éléments et du manque de données, **le CES « Eaux » fait l'hypothèse que lors de cette première étape à l'usine d'équarrissage, les valeurs minimale et maximale d'abatement de la charge infectieuse initiale (par rapport à celle des effluents franchissant la grille de 2 mm), à prendre en compte dans le modèle, sont de  $0,3 \log_{10}$  et  $2 \log_{10}$  (soit une loi uniforme comprise entre 50 % à 99 %).** Cette hypothèse est plus sécuritaire que celle de la précédente expertise (Afssa 2010), qui considérait un abatement unique de 99 %.

#### **3.3.1.4. Station de traitement des eaux usées**

Après dégrillage, les eaux sont dirigées vers la STEU de l'établissement d'équarrissage. Lors du traitement des eaux usées, la fraction résiduelle de prions se répartit entre ceux piégés dans les boues de la STEU et ceux qui sont rejetés vers le cours d'eau.

La STEU considérée dans le dossier se rapproche de celles pour lesquelles Adkin, Donaldson et Kelly (2013) estimait un abatement de 99 à 99,4 % des prions (article décrit au § 3.2.5.4). Un abatement de 30 à 99% était néanmoins évoqué pour les autres types de STEU. Dans le cadre de cette expertise, en se basant sur une approche sécuritaire (en considérant la possibilité d'une efficacité du traitement variable sur les différents états des Prions) **le CES « Eaux » retient un abatement compris entre  $0,15$  et  $2,2 \log_{10}$  (i.e. une loi uniforme comprise entre 30 % et 99,4 %) correspondant à la réduction de la charge en prions par la STEU d'équarrissage.**

### **3.3.2. Devenir des prions sur le tronçon de la Garonne concerné**

#### **3.3.2.1. État des prions**

Pour tenir compte des éléments décrits au § 3.2.5.3, le CES « Eaux » a retenu dans le modèle développé le devenir de deux populations de prions :

- les prions s'adsorbant ou se complexant aux composés organiques et inorganiques présents dans l'eau, nommés dans la suite de l'avis, « **prions adsorbés** » ;
- les prions n'étant pas en interaction avec ce type de composés (pouvant se retrouver seul ou agglomérés entre eux), nommés dans la suite de l'avis, « **prions non adsorbés** ».

#### **3.3.2.2. Maintien de l'infectiosité**

En l'absence de données bibliographiques sur le devenir et la persistance des prions dans l'environnement aquatique (cf. § 3.2.5.3), **le CES « Eaux » a fait l'hypothèse d'un maintien de l'intégrité et de l'infectiosité des prions sur les 7,4 km de la Garonne** entre le rejet de l'établissement d'équarrissage et le point de pompage d'eau pour la production d'EDCH.

### 3.3.2.3. Sédimentation

Les caractéristiques hydrodynamiques du tronçon considéré du fleuve sont décrites au § 3.1.3. Les prions, qu'ils soient « adsorbés » ou non, seront dilués dans la colonne d'eau et transportés le long du tronçon de cours d'eau. Le CES « Eaux » n'a identifié aucune zone de dépôt le long du transect, sauf pour les matériaux grossiers, et il considère le temps de parcours de l'eau insuffisant pour permettre une sédimentation sur la distance de 7,4 km considérée. En conséquence, l'hypothèse retenue est que les prions « adsorbés » aux composés organiques et inorganiques de l'eau ne peuvent pas sédimenter sur cette portion de la Garonne, les « prions non adsorbés » n'ayant pas, quant à eux, la propriété de sédimenter. Par conséquent **aucun « abattement » lié à une sédimentation potentielle n'est considéré sur cette portion de la Garonne** et le CES « Eaux » a ainsi écarté le risque que des prions soient remis en suspension puisqu'ils ne se retrouveront pas dans les sédiments.

### 3.3.2.4. Impact du débit de la Garonne au niveau du tronçon concerné

La dilution des prions dans la Garonne conditionne également la quantité de prions arrivant à la prise d'eau de l'usine de production d'EDCH. L'effluent de la STEU de l'établissement d'équarrissage, qui est susceptible de véhiculer des prions, va se mélanger avec l'eau du fleuve. Les conditions de ce mélange dépendent du ratio entre le débit de l'effluent et celui du fleuve mais aussi de leurs caractéristiques physico-chimiques. La différence de température entre l'effluent et le fleuve (variable selon la saison) influence également la dispersion et la dilution. Par ailleurs, le déversement de l'effluent est localisé à distance de la berge du fleuve. Les méandres présents entre le rejet et la prise d'eau pour l'EDCH, bien que peu marqués, induisent un différentiel de vitesses entre les berges et contribuent à la dispersion de l'effluent. Le débit du cours d'eau est toujours très supérieur au débit de l'effluent ( $0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , soit  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) : les ratios entre les débits sont de  $1/6\ 750$  pour le QMNA5 ( $75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ),  $1/585\ 333$  pour le débit moyen journalier extrême connu ( $4\ 390 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) et  $1/4\ 253$  pour le débit moyen journalier le plus faible connu ( $31,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Dans un contexte de dérèglement climatique, le CES « Eaux » indique que les débits d'étiage pourraient être inférieurs aux valeurs connues et la dilution réduite. Toutefois, l'ampleur de ces changements ne pouvant être anticipée, le CES « Eaux » ne considère, dans ses hypothèses, que les débits déjà observés.

### 3.3.2.5. Entrées pour le module « la Garonne » du modèle d'exposition

Le deuxième module « cours d'eau » du modèle (Figure 1) se concentre sur le devenir des prions dans le cours d'eau à la suite du rejet par la STEU. En se basant sur les valeurs de débit de l'effluent, le CES « Eaux » considère, dans son modèle, le rejet instantané dans la Garonne de  $40 \text{ m}^3$  d'eaux usées traitées « contaminées ». Ce volume représente l'événement de contamination spécifique lié à la présence d'un animal infecté unique.

L'hypothèse d'une sédimentation ayant été exclue, il a été considéré, pour le modèle d'exposition, que l'ensemble des prions rejetés par la STEU de l'établissement d'équarrissage se retrouve dans les eaux au niveau de la prise d'eau. Cette approche permet de simplifier le modèle en se concentrant sur le scénario le plus sécuritaire de dispersion des prions.

Le volume d'eau « contaminée » est ainsi introduit dans l'équation de transport d'advection-dispersion, pour un écoulement sur la distance (7,4 km dans le cas du dossier considéré) avant d'atteindre la zone d'influence du troisième module (la prise d'eau de l'usine de production d'EDCH).

Cette modélisation permet de prévoir les concentrations de prions tout au long du cours d'eau et d'estimer la concentration au niveau du point de captage d'eau situé en aval.

L'équation générale de transport pour un polluant le long d'un cours d'eau peut être décrite par l'équation de transport d'advection-dispersion. Cette équation est utilisée pour modéliser la distribution spatio-temporelle d'une substance dissoute ou en suspension dans l'eau en prenant en compte plusieurs phénomènes physiques : l'advection, la dispersion (et parfois des réactions chimiques ou des sources) :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + S$$

Où :

- $C(x,t)$  est la concentration en prions à la position  $x$  et au temps  $t$ .
- $u$  représente la vitesse d'advection (c'est-à-dire la vitesse du cours d'eau dans la direction de l'écoulement).
- $D$  est le coefficient de dispersion, représentant les processus de dispersion et de diffusion du contaminant.
- $S$  est un terme source, représentant l'ajout ou la suppression de contaminants (prions) due à des réactions chimiques, des entrées ou sorties supplémentaires, ou des processus naturels d'élimination.

Les hypothèses retenues par les experts et liées à l'utilisation du modèle dans le cadre de cette expertise sont les suivantes :

- le terme  $S$  est considéré comme nul car il n'y a pas d'autre apport en prions que ceux rejetés par la STEU de l'équarrissage, les prions sont considérés comme n'étant pas éliminés au cours du transport ;
- les contaminants sont instantanément et uniformément mélangés à travers toute la section transversale du cours d'eau au point de déversement que les prions soient « adsorbés » ou « non adsorbés » ;
- le modèle suppose que la vitesse d'écoulement de l'eau est uniforme sur toute la section transversale, négligeant les variations de vitesse dues à la profondeur, à la présence de méandres, de bancs de sable, de végétation ou d'autres obstacles physiques ;
- les effets de stratification thermique, qui peuvent influencer la répartition verticale sont négligés.

L'équation a été résolue numériquement à l'aide du package R de *Solve* et la fonction *ode()*.

Ce modèle est utilisé pour modéliser la distribution spatio-temporelle des prions dans la Garonne, et évaluer notamment la concentration dans le cours d'eau au point de pompage. Le modèle prend en considération la largeur de la Garonne sur le tronçon concerné (75-100 m), sa vitesse d'écoulement moyenne (1,44 m.s<sup>-1</sup>) et la valeur du coefficient de dispersion longitudinale ( $D$ ). La gamme des valeurs possibles pour ce dernier paramètre a été déterminée à partir des estimations issues de Kashfipour et Falconer (2002) pour des cours d'eaux similaires. Ainsi, le **CES « Eaux » estime que les valeurs du coefficient de dispersion longitudinale sont comprises entre 111 et 153 m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>.**

### **3.3.3. Devenir des prions dans les eaux destinées à la consommation humaine produites et distribuées par l'usine de Sérignac-sur-Garonne**

Le troisième et dernier module du modèle (Figure 1) se concentre sur le devenir des prions dans les eaux après le pompage de l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne. Comme relaté au § 3.2.5.5, seules les étapes de clarification (coagulation/floculation/décantation) et d'ozonation ont une efficacité connue sur les prions et

sont prises en comptes dans la modélisation. En l'absence de données scientifiques, le CES « Eaux » postule que les autres étapes de la filière de traitement de l'EDCH de Sérignac-sur-Garonne n'engendrent aucun abattement en prions.

Dans le modèle développé, le CES « Eaux » a considéré que les abattements en prions pouvaient résulter de :

- leur inactivation par des procédés et/ou des produits reconnus comme étant « prionocides » ; dans ce cas, la diminution globale de la charge infectieuse en prions découle de la dénaturation des prions ;
- leur séquestration par des procédés et/ou des produits susceptibles de les capturer ; dans ce cas, la charge infectieuse des prions diminue dans l'eau traitée ou prélevée sans toutefois diminuer de façon globale (en prenant en compte le reste du fleuve ou les boues générées) cela résulte d'un isolement des prions.

### **3.3.3.1. Entrées pour le module « Production et distribution d'EDCH » dans le modèle**

Comme l'efficacité des traitements dans l'usine de production d'EDCH varie en fonction de la température, le CES « Eaux » a réalisé différents scénarios basés sur la température de l'eau brute.

Toutefois, pour ne pas alourdir le modèle développé dans le cadre de l'expertise, la température de l'eau n'en est pas un paramètre d'entrée. Après avoir vérifié que les comportements de la température de l'eau et du débit (décrits respectivement au § 3.1.3 et § 3.1.4) étaient bien similaires, le CES « Eaux » a choisi de n'utiliser que le débit dans son modèle. Lorsque l'eau présente des températures inférieures à 10 °C (quatre à cinq mois dans l'année cf. figure 3), les débits observés (cf. figure 2) sont plus élevés (entre 340 et 600 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>). De plus, ces deux paramètres ont des effets croisés avec un effet de dilution de prion plus important en période froide du fait des débits plus forts. Ainsi, le « CES Eaux » considère deux périodes dans l'année :

- la période dite d'« étiage » : lorsque la température des eaux de la Garonne est supérieure à 10 °C avec comme débit associé le QMNA5 (75 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>), débit caractéristique de l'étiage (cf. § 3.3.2.2) ;
- la période dite de « moyennes eaux » lorsque la température des eaux de la Garonne est inférieure à 10 °C avec comme débit associé le débit moyen interannuel enregistré à la station Lamagistère (390 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>) (cf. § 3.3.2.2).

Ainsi, en combinant les hypothèses sur les prions majoritairement présents dans les eaux concernées, et celles relatives à la fluctuation de l'abattement en fonction du débit et de la température de la Garonne, **le CES « Eaux » a établi quatre scénarios d'exposition :**

- n°1. période dite d'« étiage » (débit QMNA5 75 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> et température de l'eau > 10 °C) et majorité de prions « adsorbés » ;**
- n°2. période dite d'« étiage » et majorité de prions « non adsorbés » ;**
- n°3. période dite de « moyennes eaux » (débit moyen 390 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> et température de l'eau < 10 °C) et majorité de prions « adsorbés » ;**
- n°4. période dite de « moyennes eaux » et majorité de prions « non adsorbés » .**

### **3.3.3.2. Clarification (Coagulation/floculation/décantation)**

Le traitement de clarification de l'eau est particulièrement efficace pour éliminer les particules et notamment les colloïdes chargés négativement. Le traitement de clarification optimisé (coagulation/floculation/décantation) permet l'élimination de 2 à 3 log<sub>10</sub> d'entérovirus et de 3 à 4 log<sub>10</sub> de kystes/oocystes de protozoaires (ASTEE 2021; FNCCR 2020; Legube 2021).

Comme indiqué au § 3.2.5.5.1, l'étape de coagulation/floculation du traitement des EDCH favoriserait l'adsorption des prions sur les matières organiques et inorganiques et la décantation des prions « adsorbés » (Hinckley *et al.* 2008; Nichols *et al.* 2009).

L'efficacité de l'étape de coagulation/floculation/décantation sur les prions va dépendre de l'état majoritaire dans lequel ils vont se retrouver dans l'eau (« adsorbé » vs « non adsorbé »).

**Le CES « Eaux » estime que l'étape de coagulation/floculation/décantation du traitement EDCH permet d'atteindre :**

- **dans le cas des prions majoritairement « adsorbés » (scénarios 1 et 3), un abattement de 2 à 3  $\log_{10}$ , car les prions « adsorbés » sont alors éliminés avec les particules coagulées et floculées ;**
- **dans le cas des prions majoritairement « non adsorbés » (scénarios 2 et 4), un abattement de 0 (pas de réduction) à 2  $\log_{10}$  (borne inférieure du scénario « prions adsorbés »), car une fraction des prions pourrait être « co-précipitée » avec certaines particules.**

Ces hypothèses sont utilisées comme paramètres du modèle d'exposition développé dans le cadre de cette expertise.

### **3.3.3.3. Ozonation**

Comme décrit au § 3.2.5.5.2, l'ozone peut être efficace pour altérer les prions « non adsorbés », cependant trois facteurs influent sur son efficacité :

- le pH, celui ciblé par le questionnaire est de 7,2 et peut être légèrement plus faible à température élevée pour limiter la formation de bromates<sup>20</sup> ;
- le CT<sup>21</sup>, d'après les données de la pièce du dossier n°6, les experts estiment que le temps de contact dans le deuxième compartiment est de 5 min, ce qui donne un CT de 0,50 à 1,00 min.mg.L<sup>-1</sup>. Ces CT sont sécuritaires et ne prennent en compte que le résiduel de sortie de la seconde cuve sans attribuer de CT à la première cuve ;
- la température de l'eau, les températures de l'eau brute mesurées au niveau de la station de Lamagistère et celles fournies dans le dossier pour les prises d'eau des trois usines de production d'EDCH situées à l'amont de l'établissement d'équarrissage ont été décrites au § 3.1.4.

Considérant que le CT réel est supérieur aux valeurs sécuritaires déduites ci-dessus (0,50 à 1,00 min.mg.L<sup>-1</sup>), le CES « Eaux » a extrapolé les données de CT fournies par Ding *et al.* (2012a, 2012b, 2013, 2014) (cf. § 3.2.5.5.2). **Ainsi, il estime qu'à l'issue de l'étape de traitement « ozonation », la valeur d'abattement pouvant être atteinte dans le cas d'une présence majoritaire de prions « non adsorbés » est comprise entre :**

- **1 et 2  $\log_{10}$  pour des températures supérieures à 10 °C, et donc dans le cas du scénario n°2 décrit au § 3.3.3.1 ;**
- **0 et 1  $\log_{10}$  pour des températures inférieures à 10 °C, et donc dans le cas du scénario n°4 décrit au § 3.3.3.1.**

**En revanche, pour les scénarios n°1 et 3, donc dans le cas où il y a une majorité de prions « adsorbés » (néanmoins normalement majoritairement éliminés lors de l'étape précédente de clarification) et quelle que soit la température, le CES « Eaux » a choisi de ne pas attribuer d'efficacité à l'étape d'ozonation, car l'ozone a peu d'action oxydante**

<sup>20</sup> L'ARS a précisé que les bromates n'avaient pas été retrouvés sur les autres usines de traitement puisant l'eau de Garonne et utilisant l'ozone comme désinfectant.

<sup>21</sup> CT = concentration en désinfectant x temps de contact.

sur des substances liées/protégées par des colloïdes /particules (Doré 1989; Legube 2021).

#### **3.3.3.4. Sorties du module « Production et distribution d'EDCH » du modèle d'exposition**

Le CES « Eaux » a donc identifié que l'abattement possible des prions dépend de leur état (adsorbés ou non) et des conditions de température et de débit. Il est impossible d'identifier *a priori* le scénario le plus protecteur parmi les quatre décrits au § 3.3.3.1. C'est pourquoi, le modèle développé dans le cadre de cette expertise teste la combinaison des différentes hypothèses.

Dans le dernier module du modèle, il a été considéré que l'usine de production de l'EDCH prélève périodiquement un volume précis d'eau dans la Garonne. La pompe utilisée pour transférer l'eau de la Garonne à l'usine de traitement a un **débit de 270 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>**. **Le CES « Eaux » a utilisé ce débit maximum dans son modèle ; il correspond au scénario le plus défavorable. Les concentrations du danger sont traitées pour chaque étape de traitement.**

Une fois dans le réservoir de stockage, la concentration en prions est recalculée toutes les 5 minutes, en prenant l'hypothèse d'une homogénéisation continue entre l'eau entrante et l'eau déjà présente dans le réservoir.

Le modèle s'arrête à l'entrée du réseau d'EDCH (après le réservoir de stockage) car le CES « Eaux » n'a pas d'éléments pour émettre des hypothèses d'un abattement des prions dans le réseau d'EDCH. Il pourrait éventuellement y avoir une capture par l'un des constituants du réseau des prions infectieux (prions adsorbés), et donc un effet du réseau sur la réduction des prions. Toutefois, faute d'éléments et par manque de connaissances, le CES « Eaux » a postulé que le transport des prions dans le réseau n'engendre pas d'abattement des prions, et donc que la quantité en prions n'évolue pas après le réservoir de stockage.

Le modèle examine ensuite l'effet cumulatif de ces processus (du pompage à 270 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, du traitement et du stockage) afin d'estimer la concentration en prions entrant dans le réseau de distribution d'EDCH. Enfin, une intégration de cette concentration au fil du temps donne la quantité totale de prions entrant potentiellement dans le réseau sur une journée. Cette quantité est comparée à la quantité initiale liée à un animal et permet l'estimation de l'abattement total en prions (incluant les trois modules, cf. Figure 1).

### **3.4. Caractérisation du risque « prions » lié au projet local**

Du fait de l'absence de dose/réponse pour l'Homme, il est impossible de caractériser le risque « prions ». Toutefois, afin de répondre aux différentes questions de la saisine et d'estimer l'exposition maximale potentielle des consommateurs d'EDCH, le CES « Eaux » a réalisé des calculs de réductions de la quantité « prions » en se basant sur les résultats de son modèle d'exposition développé dans le cadre de cette expertise. Celui-ci a donc été établi selon le schéma conceptuel et les valeurs des abattements décrites dans les chapitres précédents. Le tableau 3 reprend celles pour les étapes de traitement de l'EDCH et le tableau 2 rassemble toutes les entrées du modèle développé avec les incertitudes associées. Par ailleurs, il reste des aspects non quantifiés liés à des méconnaissances du comportement, du transfert, de la résistance des prions au sein de l'environnement (Swire et Colchester 2023).

Tableau 2 : Hypothèses du CES « Eaux » dans son modèle d'exposition développé pour cette expertise et incertitudes associées. Légende : U = loi uniforme ; vert = option la plus sécuritaire ; bleu = pas d'impact attendu; orange = pas assez de données. U (min, max) = loi de distribution uniforme comprise entre min et max

Module	Stades du modèle	Paramètre concerné, hypothèse de modélisation	Valeurs retenues selon le scénario				Commentaires et argumentaires	Impact de l'incertitude sur la réduction globale	Impact de l'incertitude sur l'estimation de l'exposition
			Scénario « Étiage »		Scénario « Moyennes eaux »				
			Présence majoritaire de « prions adsorbés » (scénario n°1)	Présence majoritaire de « prions non adsorbés » (scénario n°2)	Présence majoritaire de « prions adsorbés » (scénario n°3)	Présence majoritaire de « prions non adsorbés » (scénario n°4)			
Équarrissage	Entrée du module équarrissage	Quantité de prions	3000 DI50m et 10000 DI50b				cf. § 3.3.1.1	Sans impact attendu	Surestimation
	Traitement des cadavres	Part de la quantité de prions retenus	Abattement de 0,3 à 2 log <sub>10</sub> U (50 % ; 99 %)				cf. § 3.3.1.3	Sous-estimation	Surestimation
	STEU de l'usine d'équarrissage	Réduction associée au traitement	Abattement de 0,15 à 2,2 log <sub>10</sub> U (30 % ; 99,4 %)				cf. § 3.3.1.4	Sous-estimation	Surestimation
	Module dans son ensemble	Temporalité	Les prions sont relargués tous en même temps à la sortie de la STEU d'équarrissage.				cf. § 3.3.1.2	Sans impact attendu	Surestimation
la Garonne	Dilution dans la Garonne	Sédimentation	Pas de sédimentation				Cf. § 3.3.2.3	Sous-estimation	Surestimation
		Débit du cours d'eau	75 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> (débit QMNA5)	390 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> (débit moyen)			Cf. § 3.1.3	Évalué par scénario (Tableau 3 et figure 10)	Évalué par scénario (Tableau 3 et figure 10)
		Coefficient de dispersion	U (111, 152) m <sup>2</sup> /s				La distribution choisie d'après les valeurs de la littérature apporte un poids des preuves important pour le choix des valeurs.	Sans impact attendu (analyse de sensibilité montre que la gamme de valeurs retenue n'a pas d'impact fort sur l'estimation)	Sans impact attendu (analyse de sensibilité montre que la gamme de valeurs retenue n'a pas d'impact fort sur l'estimation)

**Avis de l'Anses**  
**Saisine n°2024-AST-0062**

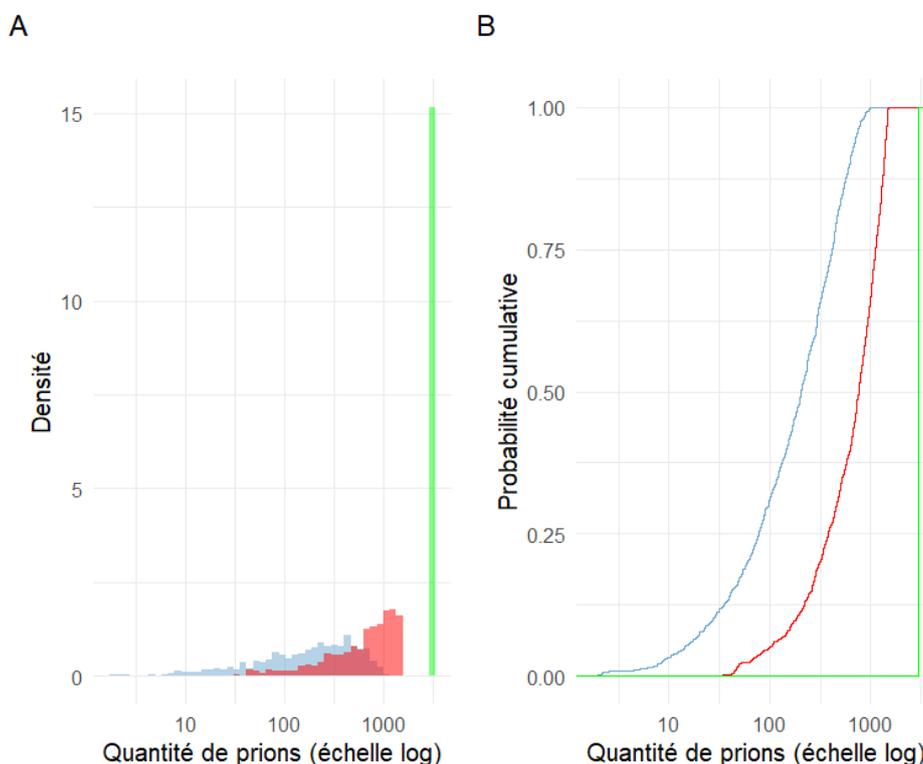
Alimentation en EDCH	Pompage dans la Garonne	Volume prélevé	270 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>				Cf. § 3.3.3.4	Sous-estimation	Surestimation
	Usine de production d'EDCH	Clarification (Coagulation, floculation, décantation)	Abattement de 2 à 3 log <sub>10</sub> U(2, 3) log <sub>10</sub>	Abattement de 0 à 2 log <sub>10</sub> U (0,2) log <sub>10</sub>	Abattement de 2 à 3 log <sub>10</sub> U(2, 3) log <sub>10</sub>	Abattement de 0 à 2 log <sub>10</sub> U (0,2) log <sub>10</sub>	cf. § 3.3.3.2	Évaluée par scénario (Tableau 3 et figure 10)	Évaluée par scénario (Tableau 3 et figure 10)
		Ozonation	0 (aucun abattement)	Abattement de 1 à 2 log <sub>10</sub> U(1,2) log <sub>10</sub>	0 (aucun abattement)	Abattement de 0 à 1 log <sub>10</sub> U(0,1) log <sub>10</sub>	cf. § 3.3.3.3	Évaluée par scénario (Tableau 3 et figure 10)	Évaluée par scénario (Tableau 3 et figure 10)
		Réacteur à charbon actif	0 (aucun abattement)				cf. § 3.2.5.5.3	Sous-estimation	Surestimation
		UV, chloration, hydroxyde de sodium	0 (aucun abattement)				cf. § 3.2.5.5.4 à 3.2.5.5.6	Sans impact attendu	Sans impact attendu
	Distribution dans le réseau d'EDCH	Dilution dans le réservoir	Homogénéisation continue entre l'eau entrante et l'eau déjà présente dans le réservoir				Cf. 3.3.3.4	Sur ou sous-estimation	Sur ou sous-estimation
		Réseau de distribution	0 (aucun abattement)				Cf. 3.3.3.4	Sur ou sous-estimation	Sur ou sous-estimation
		Moment où l'eau entre dans le réseau d'EDCH	Cinétique de concentration dans le réservoir				Le calcul de l'exposition est effectué au pic de contamination.	Sans objet	Surestimation
		Volume d'eau consommé par jour	2L				Cette consommation hydrique quotidienne de 2 L pour les adultes est issue des recommandations de l'OMS, 2022.	Sans objet	Surestimation

### 3.4.1. Réduction de la quantité de « prions » au niveau du module « équarrissage »

Le modèle a simulé la réduction de la quantité de prions au cours des étapes de transformation du cadavre au niveau de l'usine d'équarrissage (production de FVO, lavage et effet de la grille) et du traitement des eaux usées au niveau de la STEU, en prenant en compte les données de la littérature (Adkin, Donaldson et Kelly 2013; Taylor 1998) et l'avis de l'Afssa (2010). En considérant la quantité initiale de prions et la réalisation de plus de 2 000 simulations utilisant des distributions uniformes pour modéliser les réductions successives dues aux procédés de transformation et de traitement, il est possible d'estimer la quantité de prions résiduels rejetés dans la Garonne.

Les résultats des simulations, pour le danger « prions » exprimé en  $DI_{50m}$ , sont présentés dans la figure 6. La quantité initiale de prions, ainsi que celles restantes après les procédés de transformation du cadavre et après le traitement des eaux usées au niveau de la STEU y sont représentées :

- le graphique A représente les distributions de densité de probabilité de ces trois quantités de prions ; les valeurs de l'axe des abscisses sont exprimées sur une échelle logarithmique, permettant d'illustrer la dispersion des quantités résiduelles de prions.
- le graphique B montre les fonctions de répartition cumulative de ces trois quantités de prions, permettant de visualiser la probabilité cumulée des prions résiduels après chaque étape.



**Figure 6 : Représentations de la distribution de densité de probabilité (A) et probabilité cumulative (B) pour la quantité initiale de prions exprimées en  $DI_{50m}$  (en vert) et après les étapes de transformation à l'équarrissage et de traitement des eaux usées (respectivement en rouge et bleu)**

Le modèle calcule une quantité résiduelle moyenne de prions après traitement est estimée à  $2,7 \times 10^2 DI_{50m}$ . Les quantiles de la distribution d'incertitude (U) de cette quantité montrent que 97,5 % des simulations prévoient une quantité résiduelle supérieure à 10 et inférieure à

$8,1 \times 10^2$  DI<sub>50m</sub>. Les mêmes analyses ont été effectuées pour les données exprimées en termes de DI<sub>50b</sub> afin d'estimer ci-après l'exposition à l'infectiosité des prions. La réduction est indépendante de la forme d'expression de l'infectiosité des prions (DI<sub>50b</sub> ou DI<sub>50m</sub>).

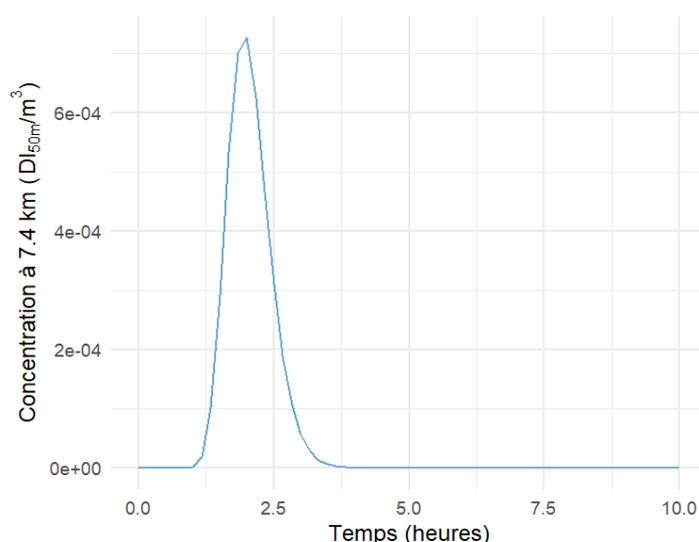
**Ces résultats du modèle indiquent que, malgré les abattements successifs liés aux processus de transformation au cours de l'équarrissage et aux traitements de la STEU, une fraction de prions peut subsister dans les effluents rejetés dans la Garonne.**

### 3.4.2. Réduction de la quantité de « prions » au niveau du module « la Garonne »

Le second module « la Garonne » du modèle a permis de simuler le devenir des prions dans le fleuve, à la suite du rejet d'un volume de 40 m<sup>3</sup> d'eaux usées traitées rejetées par la STEU d'équarrissage. Le modèle repose sur l'équation d'advection-dispersion, en tenant compte d'une vitesse d'advection et d'un coefficient de dispersion longitudinal compris entre 111 et 153 m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>. Ces valeurs ont été estimées d'après les caractéristiques hydrodynamiques de la Garonne. Les concentrations en prions ont été calculées, par le modèle, le long d'une distance de 7,4 km en aval du point de rejet, et illustrées sur une fenêtre d'observation de 10 heures. La figure 7 présente l'évolution temporelle de la concentration de prions à cette distance pour le scénario d'un débit de la Garonne à 75 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (QMNA5) (scénarios "étiage"). **La concentration maximale de prions à 7,4 km du point de rejet est atteinte environ 2 heures après le début de la simulation, avec un pic de concentration d'environ  $0,4 \cdot 10^{-3}$  DI<sub>50m</sub>.m<sup>-3</sup>. Cette concentration décroît ensuite rapidement pour devenir négligeable après environ 3 heures.**

Les mêmes calculs ont été effectués pour le scénario « Moyenne eaux » :

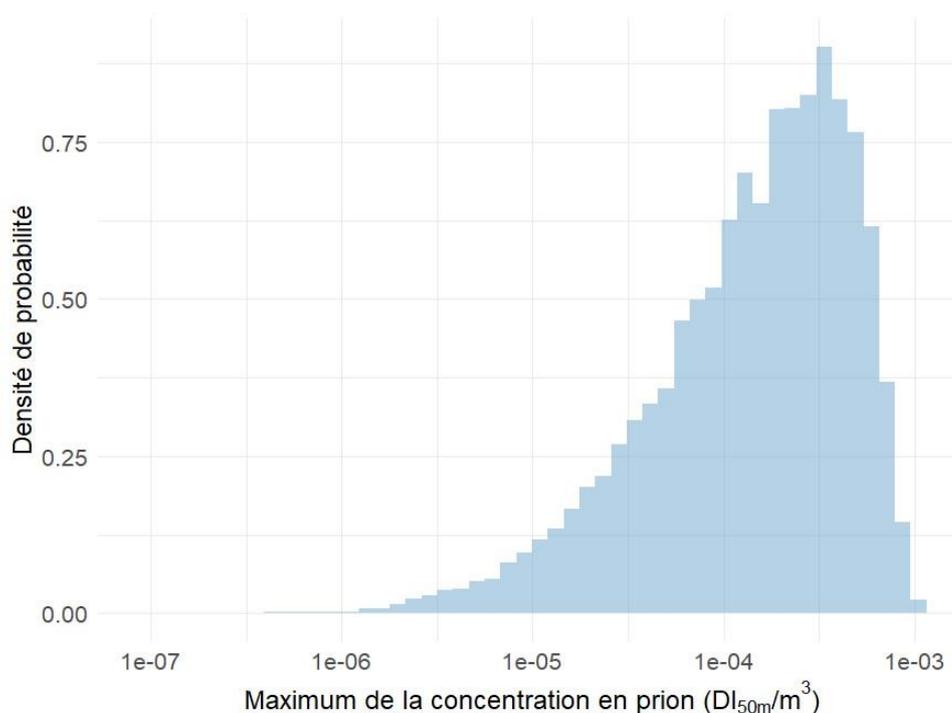
- les concentrations maximales au point de prélèvement sont cinq fois plus faibles que dans la situation « étiage » ;
- le temps d'apparition du pic de concentration est de 1h20 après le début de la simulation.



**Figure 7 : Evolution temporelle des concentrations en prions au point de la prise d'eau. Cette cinétique a été obtenue pour la concentration médiane de rejet ( $2.7 \times 10^2$  DI<sub>50m</sub>), un débit d'étiage de 75 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, la valeur de D moyenne (132 m.s<sup>-1</sup>)**

Le modèle prend en compte le fait que la quantité de prions après les étapes de transformation au cours de l'équarrissage et de traitement des eaux usées est incertaine (figure 6) et que la

valeur du coefficient de dispersion D a été retenue comme étant comprise entre 111 et 153 m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>. La figure 8 présente la distribution d'incertitudes du pic de contamination considérant ces deux sources d'incertitude pour la valeur de débit de 75 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.



**Figure 8 : Distribution de la concentration maximale en prions simulée par l'approche Monte-Carlo dans la Garonne au niveau du point de prélèvement, dans le cas du scénario « étiage » (débit de 75 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, température > à 10 °C)**

En considérant la quantité d'eau pompée dans la Garonne, selon le modèle développé, il ressort qu'environ 1 prion sur 1 422 (intervalle d'incertitude à 95% compris entre 1 222 et 1 601) entre dans l'usine de traitement d'EDCH dans le scénario « étiage » et 1 sur 5 221 (intervalle d'incertitude à 95 % compris entre 4 630 et 6 007) dans le scénario « Moyennes eaux ».

### **3.4.3. Réduction de la quantité de « prions » au niveau du module « Production et distribution d' EDCH »**

Le dernier module « production et distribution d'EDCH » du modèle simule le pompage des eaux brutes, le traitement et la distribution de l'EDCH jusqu'à l'entrée du réseau.

L'état des prions, selon qu'ils sont majoritairement « adsorbés » ou majoritairement « non adsorbés » dans l'eau prélevée, influence significativement l'efficacité des traitements (cf. § 3.2.5). Les prions « adsorbés » peuvent être plus facilement éliminés que les « non adsorbés » par des processus physiques et physico-chimiques comme la coagulation, la floculation, la décantation et la filtration. L'ozonation est quant à elle jugée inefficace sur ceux « adsorbés » (cf. 3.3.3.3).

En outre, la température de l'eau influe également sur la dynamique et l'efficacité des traitements. Pour des eaux de température « inférieure à 10 °C », le processus d'oxydation lié au traitement d'ozonation est plus faible (cf. 3.3.3.3). Toutefois, lorsque la température de l'eau

de la Garonne est inférieure à 10 °C, le débit de l'eau est plus élevé et favorise la dilution des prions et donc la charge entrant dans l'usine de production d'EDCH. Il est difficile d'envisager dans ces conditions quelle situation conduira au maximum d'exposition et à la moindre efficacité des traitements de l'usine de production d'EDCH.

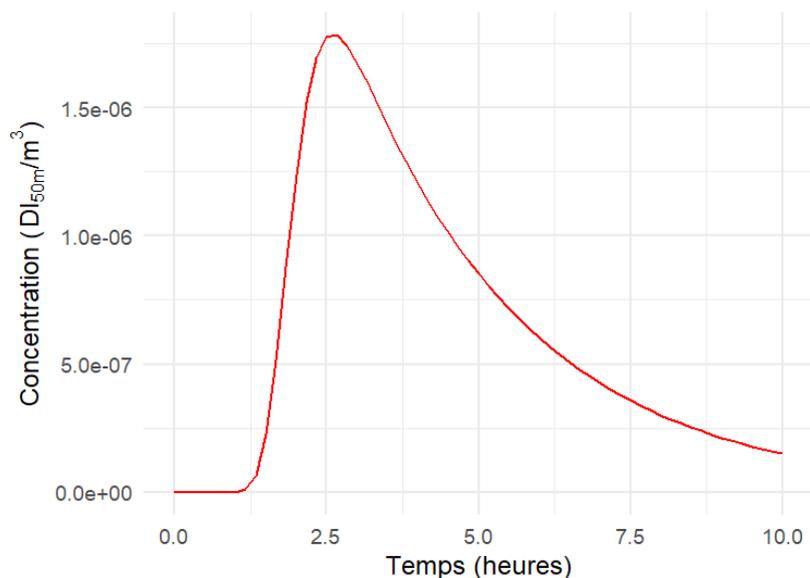
Le modèle d'exposition développé dans le cadre de cette expertise tient compte des valeurs d'abattement des quatre scénarios définis par le CES « Eaux » (cf. tableau 3).

**Tableau 3 : Valeurs des abattements utilisés dans le modèle d'exposition lors du traitement de l'EDCH en fonction des différents scénarios définis selon la forme des prions et aux conditions de température (U : loi uniforme).**

Période	Période d'« Étiage » (Débit QMNA5 75 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> associé à une température de l'eau > 10 °C)		Période de « Moyennes eaux » (Débit moyen 390 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> associé à une température de l'eau < 10 °C)	
	Adsorbés (scénario n°1)	Non adsorbés (scénario n°2)	Adsorbés (scénario n°3)	Non adsorbés (scénario n°4)
État majoritaire des prions				
Clarification (Coagulation, floculation, décantation)	U(2, 3) log <sub>10</sub>	U(0,2) log <sub>10</sub>	U(2, 3) log <sub>10</sub>	U(0,2) log <sub>10</sub>
Ozonation	0	U(1,2) log <sub>10</sub>	0	U(0,1) log <sub>10</sub>

Le scénario conduisant à l'abattement le plus faible pour l'EDCH est le scénario n°4 (« Moyennes eaux » et prions majoritairement « non adsorbés ») avec un abattement des prions compris entre 0 et 3 log<sub>10</sub>.

Après sa production, l'EDCH est stockée dans un réservoir de 800 m<sup>3</sup> avant sa distribution. Le modèle simule les concentrations en prions à l'entrée du réservoir et suit leur évolution à chaque intervalle de temps (5 minutes), en supposant une homogénéisation continue entre l'eau entrante et l'eau déjà présente dans le réservoir. À chaque étape, la concentration résiduelle des prions dans l'eau entrant dans le réseau est calculée. La figure 9 présente les concentrations en prions sortant du réservoir sur une période donnée (une itération parmi les 2 048). À partir de chaque cinétique, il est possible de déterminer la quantité totale de prions passant dans le réseau de distribution et la concentration maximale atteinte au plus fort de la contamination. Ces deux quantités permettant respectivement de quantifier la réduction globale de la charge en prions et l'exposition maximale des consommateurs (cf. ci-après, § 3.4.4).



**Figure 9 : Évolution de la concentration en prions introduits dans le réseau d'EDCH. La simulation présentée a été obtenue à partir des entrées suivantes : quantité médiane de prions dans le rejet de la STEU, valeur médiane de D et une réduction de 2 log<sub>10</sub> (une des valeurs possibles d'après de la gamme de valeurs retenues pour les abattements de chaque étape du traitement de l'usine de production de l'EDCH)**

#### 3.4.4. Estimation de l'exposition pour le consommateur d'EDCH

##### ➤ Abattements retenus avant le pompage de l'eau pour la production d'EDCH

Le CES « Eaux » a ainsi formulé les hypothèses d'abattements suivantes au regard de sa revue de la littérature :

- pour le premier module « équarrissage » :
  - abattement entre 0,30 log<sub>10</sub> et 2,00 log<sub>10</sub> (soit 50 % à 99 %) de la charge infectieuse initiale, pour l'étape de traitement dans l'usine d'équarrissage ;
  - abattement entre 0,15 et 2,20 log<sub>10</sub> (soit 30 % à 99,4 %) pour la seconde étape correspondant au traitement dans la STEU de l'établissement d'équarrissage ;
- pour le second module « la Garonne »,
  - aucun abattement de l'infectiosité dans la portion de la Garonne considérée (entre le rejet de la STEU de l'établissement d'équarrissage et la prise d'eau de l'usine EDCH) ;
  - une dilution des prions dans le cours d'eau (1/1 422 pour les scénarios d'« Étiage » n°1 et 2 et 1/ 5221 dans les scénarios « Moyennes eaux » n°3 et 4) ;
- pour le dernier module « production et distribution d'EDCH », quatre gammes d'abattements possibles en fonction des scénarios 1 à 4 relatifs aux hypothèses d'adsorption des prions et des conditions de débit et de température de la Garonne.

##### ➤ Abattement de la quantité totale de prions

La figure 10 présente la réduction globale obtenue (différence entre la charge initiale apportée et la quantité de prions entrant potentiellement dans le réseau d'EDCH, au moment de la concentration maximale dans le réservoir de 800 m<sup>3</sup>). Les quatre scénarios ont été testés dans le modèle pour apprécier l'effet des différents traitements pour la production de l'EDCH :

- le scénario n° 1 (« étiage » et présence majoritaire de prions « adsorbés »), conduit à la valeur médiane d'abattement de 6,9  $\log_{10}$  ;
- le scénario n° 2 (« étiage » et présence majoritaire de prions « non adsorbés »), conduit à la réduction médiane de 7,2  $\log_{10}$  mais l'intervalle d'incertitude est plus grand que pour le cas des prions « adsorbés » ;
- le scénario n° 3 (« moyennes eaux » et présence majoritaire de prions « adsorbés ») conduit à la plus grande réduction avec une valeur médiane d'abattement de 7,6  $\log_{10}$  ;
- le scénario n°4 (« moyennes eaux » et présence majoritaire de prions « non adsorbés »), associé à la réduction la plus faible avec une valeur médiane d'abattement de 6,6  $\log_{10}$  (avec la borne inférieure 97,5 % égale à 5,1  $\log_{10}$ ).

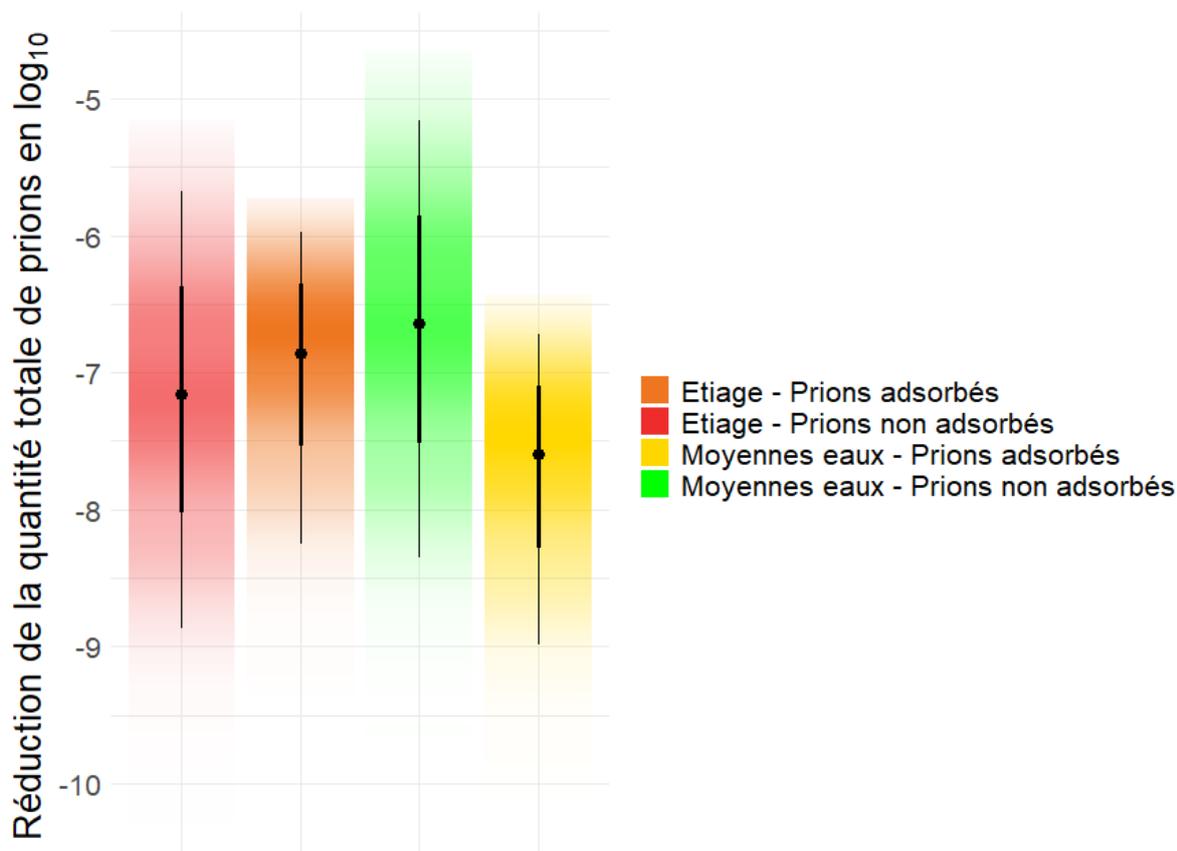
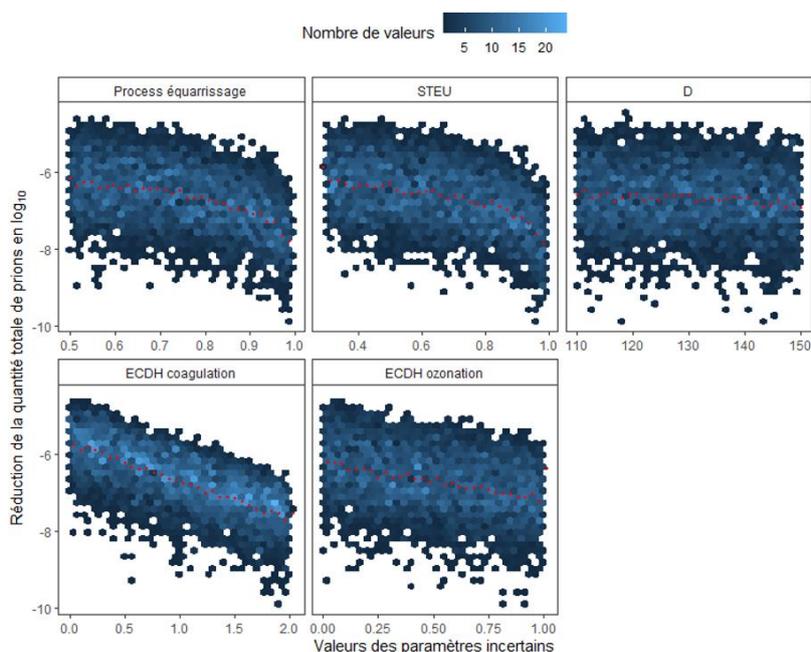


Figure 10 : Nombre de réductions décimales de la charge en prions (calculé par le modèle développé, sur la base de la charge initiale en prions apportée par un bovin, et de la quantité totale de prions introduits dans le réseau d'EDCH). Les quatre distributions reflètent les différents scénarios relatifs à la forme majoritaire des prions et aux conditions de débit et de température de l'eau de la Garonne.

L'analyse de sensibilité pour le scénario n°4 (« Moyennes eaux » et prions majoritairement « non adsorbés ») conduisant au plus faible abattement, présenté sur la figure 11, montre que les principales sources d'incertitude sont les inactivations associées aux étapes de coagulation et d'ozonation. L'incertitude sur le coefficient de dispersion  $D$  présente le plus faible effet sur les résultats.



**Figure 11 : Analyse de sensibilité par corrélation pour l'abattement global du nombre de prions en fonction des cinq sources d'incertitude (abattement pendant le process d'équarrissage, abattement dans la STEU, valeur du coefficient de dispersion, effet de la coagulation/floculation/décantation/filtration et effet de l'ozonation) pour le scénario n°4 (« Moyennes eaux » et prions majoritairement « non adsorbés »).**

### ➤ Exposition maximale potentielle des consommateurs au regard de la consommation hydrique

Pour les calculs d'exposition, le CES « Eaux » utilise :

- un abattement global issu du scénario le plus sécuritaire (scénario n°4 « moyennes eaux » et présence majoritaire de prions « non adsorbés », abattement global de 6,6  $\log_{10}$ , avec la borne inférieure 97,5 % égale à 5,1  $\log_{10}$ ) ;
- une consommation quotidienne d'EDCH de 2 L, issue des recommandations de l'OMS (2022).

Si l'on considère l'infectiosité des prions exprimée en  $DI_{50b}$  et cette exposition des consommateurs d'EDCH issue de l'usine de Sérignac-sur-Garonne au plus fort des concentrations (cf. figure 9), la valeur médiane de l'exposition, calculée par le modèle, est de  $5,10 \cdot 10^{-6} DI_{50b}$  (avec un intervalle d'incertitude à 95 % compris entre  $1,00 \cdot 10^{-7}$  et  $1,50 \cdot 10^{-4}$ ).

Si l'on prend une expression de l'infectiosité des prions établie sur un modèle animal plus proche de l'Homme (macaque) la valeur médiane de l'exposition, calculée par le modèle, est de  $1,50 \cdot 10^{-6} DI_{50m}$  (avec un intervalle d'incertitude à 95 % compris entre  $3,00 \cdot 10^{-8}$  et  $4,60 \cdot 10^{-5}$ ). Par ailleurs, sous une hypothèse plus sécuritaire de  $DI_{50m}$  à 0,05 g, la valeur médiane de l'exposition calculée par le modèle est de  $1,50 \cdot 10^{-5} DI_{50m}$ .

#### 3.4.5. Valeurs d'abattelements obtenus avec la démarche de l'Afssa (2010)

Lors de leur préanalyse, les services du Préfet du Lot-et-Garonne ont utilisé la démarche de l'Afssa (2010) (cf. pièce du dossier n°1). Cette démarche avait été construite dans le cadre d'une saisine relative aux risques prions lors de l'utilisation d'effluents liquides destinés à l'irrigation des cultures pour l'alimentation humaine et animale. L'Afssa (2010) a estimé les abattements du titre infectieux d'un encéphale traité par un établissement d'équarrissage, afin de fixer des ordres de grandeur dans un scénario « du pire » ou du « meilleur » cas. Dans certaines configurations, l'infectiosité résiduelle pouvait être importante dans les effluents

d'usine d'équarrissage non traités thermiquement à 133 °C / 3 bars / 20 min, raison pour laquelle elle recommandait l'application de ce traitement thermique des effluents pour cette utilisation. Dans cette précédente estimation, pour un établissement qui utiliserait les méthodes 2 à 4 (cf. annexe 3) pour la transformation des cadavres en FVO et qui traiterait ses effluents liquides à 133 °C / 3 bars / 20 min, l'abattement serait de 7 log<sub>10</sub> selon les paramètres de l'Afssa (2010). Le CES « Eaux » a analysé cette démarche dans le cadre de la présente expertise. À titre indicatif, avec les paramètres d'entrée du modèle développé dans le cadre de la présente expertise, cet abattement global serait de 5,30 log<sub>10</sub> et non plus de 7 log<sub>10</sub> (cf. annexe 12).

Cette démarche, jugée intéressante, a permis de construire son raisonnement avant de modéliser l'exposition. Le CES « Eaux » souligne que les objectifs des deux expertises sont différents, dans la mesure où les effluents considérés n'ont pas la même finalité :

- effluents liquides destinés à l'irrigation des cultures pour l'alimentation humaine et animale pour l'avis de l'Afssa (2010) ;
- eaux destinées à la production d'EDCH pour la présente expertise.

Aussi, les compartiments environnementaux et les voies d'exposition sont différentes. C'est pourquoi le CES « Eaux » ne compare pas les valeurs d'abattelements totaux estimés par son modèle (incluant les effets des trois modules, « équarrissage », « cours d'eau » et « production et distribution d'EDCH ») à cette valeur d'abattement de 5,30 log<sub>10</sub>.

### **3.5. Hors champ de l'expertise : présence des prions dans les boues et impact sur l'environnement**

Les résultats de la modélisation indiquent que la plupart des prions serait en partie adsorbés dans les boues issues du traitement des eaux usées ou de celles captées pour la production d'EDCH. Les données expérimentales suggèrent que l'adsorption des prions à certaines particules renforce leur potentiel d'infectiosité (Johnson *et al.* 2006; Wiggins 2009). Une description des boues produites par le traitement d'EDCH et de STEU est présente en annexe 11. Les prions présents dans l'eau brute, puis coagulés et flocculés, vont se concentrer dans les boues des décanteurs. Il est à noter que le compostage et l'épandage ne sont pas efficaces pour éliminer une éventuelle présence de prions. L'adsorption des prions sur des particules soulève également des inquiétudes quant à la contamination de l'environnement et aux défis de la décontamination, car les prions peuvent rester infectieux pendant de longues périodes dans divers substrats (Pritzkow *et al.* 2021).

### **3.6. Conclusions et recommandations du CES « Eaux »**

Le CES « Eaux » a modélisé l'exposition des consommateurs d'EDCH liée à la présence éventuelle de prions dans le rejet dans la Garonne d'un établissement d'équarrissage en amont de l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne. Pour ce faire, il a développé un modèle du parcours des prions, depuis un cadavre de bovin infectée traitée en équarrissage jusqu'au réseau de distribution d'EDCH alimenté par l'usine de production de Sérignac-sur-Garonne. Quatre scénarios, fonction de l'état majoritaire des prions (« adsorbés » ou « non adsorbés ») et des conditions de température et de débit de la Garonne, ont été testés dans le modèle.

Le CES « Eaux » souligne que l'exploitation du modèle d'exposition ne vaut que pour cette expertise spécifique à ce projet et qu'aucune extrapolation à d'autres cas ne doit être faite. Toute modification des étapes prises en compte dans le modèle, par exemple les étapes de

traitement (équarrissage, STEU, filière de traitement des EDCH) rend caduques les résultats de la modélisation.

### 3.6.1. Limites de l'expertise et hypothèses du CES « Eaux »

Les conclusions relatives à la réduction de la quantité de prions et à l'exposition potentielle des consommateurs ont été établies par cette modélisation, en adoptant une approche sécuritaire. En l'absence d'éléments suffisants dans la littérature scientifique, le CES « Eaux » a émis les hypothèses suivantes :

- arrivée d'un seul cadavre contaminé au niveau de l'établissement d'équarrissage ; ce postulat est justifié par la situation épidémiologique actuelle de l'ESB en France, tout changement de la situation épidémiologique devrait amener à revoir cette évaluation ;
- utilisation des débits observés de la Garonne, alors que dans le futur, le dérèglement climatique pourrait les modifier ;
- absence, dans la Garonne, de sédimentation des particules fines potentiellement associées aux prions ;
- maintien de l'intégrité et de l'infectiosité des prions sur la distance de 7,4 km du cours de la Garonne séparant le rejet des effluents de la STEU et le pompage de l'usine de Sérignac-sur-Garonne ;
- homogénéisation continue entre l'eau entrante et l'eau déjà présente dans le réservoir.

Les résultats du modèle reposent sur ces hypothèses, le modèle en lui-même étant d'ailleurs une source d'incertitude.

### 3.6.2. Réponses aux questions de la saisine

L'analyse des éléments transmis, la revue de la littérature et les résultats de la modélisation permettent d'établir les éléments de réponse et recommandations suivants pour répondre aux cinq questions de la saisine.

- Question 1 : « *Au regard du comportement des prions dans l'environnement, est-il scientifiquement correct de considérer que le rejet des eaux issues de la STEU de l'entreprise d'équarrissage dans la Garonne génère une dilution qui conduit à une réduction du risque encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST) ? Si oui, à quelle hauteur ?* »

La simulation de l'injection d'une concentration de prions dans la Garonne au point de rejet de la STEU d'équarrissage, obtenue par un modèle d'advection-dispersion associé aux paramètres spécifiques du système (débit, dispersion), montre que le pic de concentration de prions à 7,4 km du point de rejet serait atteint après environ 2 heures à l'étiage et au bout d'1h20 à moyennes eaux. La simulation de l'évolution de la quantité indique une valeur nulle après environ trois heures. En considérant la quantité d'eau pompée dans la Garonne, seulement 0,07 % des prions rejetés dans la Garonne depuis la STEU seraient captés par l'usine de production d'EDCH dans les scénarios « étiage », et 0,02 % dans les scénarios « Moyennes eaux ». Ces conditions du tronçon de la Garonne considéré permettraient donc une réduction de la quantité de prions pompés par l'usine, avec des abattements respectifs de 99,93 % et 99,98 %.

- Questions 2 et 3 : « *À l'instar de ce qui est allégué pour les effluents de STEU, peut-on considérer que l'étape de clarification réalisée en tête de station de production d'eau potable permet d'abattre l'infectiosité des EST de l'ordre de 99 % ? En est-il de même*

*pour les contacteurs à charbon actif mis en œuvre sur la filière de traitement ? La note d'appui scientifique et technique du 25 mai 2018 mentionne que certains produits biocides (ozone, chlore voire hydroxyde de sodium), qui sont mis en œuvre sur la station de traitement d'eau potable, sont réputés réduire de plusieurs log<sub>10</sub> le titre infectieux des EST. Leurs conditions de mise en œuvre au sein des stations de traitement d'eau potable sont-elles de nature à permettre un abattement de cette infectiosité ? Si oui, à quelle hauteur ? »*

- Réponse à la sous-question 2 relative à l'« étape de clarification réalisée en tête de » l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne :

Au vu de sa revue de la littérature et de ses hypothèses, le CES « Eaux » estime que l'étape de clarification du traitement d'EDCH permet d'atteindre :

- dans le cas des prions majoritairement « adsorbés », un abattement de 2 à 3 log<sub>10</sub>, car les prions « adsorbés » sont alors éliminés avec les particules coagulées et floculées ;
- dans le cas des prions majoritairement « non adsorbés », un abattement de 0 (pas de réduction) à 2 log<sub>10</sub> (borne inférieure du scénario « prions adsorbés »), car une fraction des prions pourrait être « co-précipitée » avec certaines particules.

En conséquence, il ne peut pas être considéré que l'étape de clarification réalisée en tête de l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne permette toujours « d'abattre l'infectiosité des EST de l'ordre de 99 % ».

- Réponse à la sous-question 2 relative aux « contacteurs à charbon actif mis en œuvre sur la filière de traitement » de l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne :

Aucune littérature scientifique n'ayant été trouvée concernant l'efficacité de cette étape de traitement sur les prions, le CES « Eaux » fait le postulat que le traitement par charbon actif n'engendre aucun abattement en prions.

- Réponses à la sous-question 3 relative « aux produits biocides (ozone, chlore voire hydroxyde de sodium) » mis en œuvre à l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne :

Même si ces produits ont démontré une certaine efficacité sur les prions, au vu de la littérature scientifique analysée, le CES « Eaux » considère que le chlore et l'hydroxyde de sodium n'ont pas d'impact sur le titre infectieux des prions aux concentrations utilisées dans l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne.

- Élargissement des questions 2 et 3 quant à l'abattement potentiel de l'étape de désinfection UV de l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne :

Les prions sont sensibles aux rayonnements UV mais à des doses largement supérieures à celles utilisées pour le traitement de l'EDCH. C'est pourquoi le CES « Eaux » considère que la désinfection UV mise en œuvre à l'usine de production de Sérignac-sur-Garonne n'a pas d'impact sur le titre infectieux des prions.

- Élargissement des questions 2 et 3 quant à l'abattement global de l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne :

À partir des données limitées de la littérature et de ses hypothèses, pour le module « production d'EDCH » du modèle, le CES « Eaux » a fait fluctuer les gammes d'abattement des prions liées à l'étape de clarification et/ou d'ozonation de l'usine de production d'EDCH de Sérignac-sur-Garonne, pour les quatre scénarios retenus.

Le scénario conduisant à l'abattement le plus sécuritaire identifié à l'aide de simulations (« Moyennes eaux » associés aux prions majoritairement « non adsorbés ») aboutit à un

abattement des prions, par l'ensemble de la filière de traitement de l'EDCH, compris entre 0 et  $3 \log_{10}$  (soit entre 0 et 99,9 % d'abattement).

- Question 4 : « *Au regard des réponses apportées aux questions 1, 2 et 3, une estimation du risque, basée sur l'adaptation de la méthodologie proposée dans l'avis du 19 mai 2010 (pages 22 à 25, méthodologie pour l'estimation du risque associé à l'épandage des effluents issus de STEU d'équarrissage), prenant en compte l'abattement réalisé au droit de la STEU de l'équarrisseur, l'effet éventuel de la dilution du rejet dans la Garonne et l'abattement produit par les différentes étapes de traitement mises en œuvre au sein de la station de production de Sérignac pourrait-elle être réalisée par l'Agence ?* »

La démarche de l'Afssa (2010) mentionnée dans cette question a permis de construire le raisonnement du CES « Eaux » avant de modéliser l'exposition. Toutefois, comme les compartiments environnementaux et les voies d'exposition des deux expertises sont différents, le CES « Eaux » n'a pas comparé les ordres de grandeur des valeurs d'abattements totaux obtenus avec ces deux approches (cf. § 3.4.5).

La valeur d'abattement médiane, pour le scénario le plus sécuritaire (« Moyennes eaux » et prions majoritairement « non absorbés »), calculée par le modèle serait de  $6,60 \log_{10}$  entre le cadavre infecté et l'eau du réseau d'EDCH ; la borne inférieure de l'intervalle de confiance serait de  $5,10 \log_{10}$ . En sus, le CES « Eaux » a calculé<sup>22</sup> l'exposition maximale potentielle des consommateurs d'EDCH à des prions infectieux : exprimée en dose infectieuse infectant 50 % des bovins exposés à cette dose ( $DI_{50b}$ ), la valeur médiane d'exposition est estimée à  $5,10 \times 10^{-6} DI_{50b}$  (avec un intervalle d'incertitude à 95 % allant de  $1,00 \cdot 10^{-7}$  à  $1,50 \cdot 10^{-4}$ ). Lorsqu'on utilise un modèle animal (macaques) plus proche de l'Homme pour estimer l'infectiosité des prions, la valeur médiane de l'exposition est de  $1,50 \cdot 10^{-6} DI_{50m}$ , (avec un intervalle d'incertitude à 95 % compris entre  $3,00 \cdot 10^{-8}$  et  $4,60 \cdot 10^{-5} DI_{50m}$ ).

Si l'on retenait l'hypothèse que l'Homme a la même susceptibilité au danger que le macaque, l'interprétation de ces résultats sur un plan statistique serait qu'un cas d'infection pourrait être observé si 21 739 consommateurs d'EDCH buvaient deux litres d'eau au moment du pic de contamination des eaux lié au traitement d'un cadavre de bovin contaminée<sup>23</sup>. Cependant, aucun élément ne permet actuellement de connaître la  $DI_{50}$  chez l'homme. De plus les données parcellaires publiées chez le macaque n'ont pas permis aux experts d'utiliser une courbe de dose/réponse. Ces estimations doivent donc être considérées avec prudence.

---

<sup>22</sup> Calcul utilisant la valeur d'abattement  $6,60 \log_{10}$  issue du scénario le plus sécuritaire ainsi qu'une consommation quotidienne d'EDCH de 2 L.

<sup>23</sup> La relation entre la  $DI_{50m}$  et le nombre de personnes N nécessaires pour observer un cas d'infection peut être exprimée par la formule simplifiée suivante :  $N=1/D$  où D représente l'exposition maximale estimée à  $4,60 \times 10^{-5} DI_{50m}$ . Cela signifie que N, le nombre de personnes devant consommer cette quantité d'eau pour qu'une infection soit fortement probable (0,5), est de 21 739.

- Question 5 : « Dans l'hypothèse où l'estimation du risque visée à la question 4 ne conclurait pas à un risque négligeable, quelles seraient les méthodes de traitement des eaux résiduaires de l'équarrisseur susceptibles de répondre de façon satisfaisante aux exigences de sécurité sanitaire ? »

Décider si les niveaux d'exposition calculés par le CES « Eaux » conduisent à considérer le risque négligeable et définir le niveau de protection appropriée des populations relève du gestionnaire du risque. La présente expertise de l'Anses doit être considérée comme un outil d'aide à la décision des autorités compétentes. Le CES « Eaux » ne conclura donc pas sur le niveau de risque.

Pour éviter d'exposer les consommateurs d'EDCH aux prions, le CES « Eaux » signale toutefois qu'il faudrait soit ne pas pomper l'eau sur ce tronçon de la Garonne, soit rejeter les effluents de la STEU d'équarrissage en aval du point de pompage. Une protection supplémentaire pourrait être mise en place, sans toutefois éliminer totalement les risques liés aux prions : traiter thermiquement les effluents liquides au niveau de la STEU d'équarrissage à 133 °C / 3 bars / 20 min (abattement de 3 log<sub>10</sub> s'ajoutant à ceux considérés dans le modèle développé dans le cadre de cette expertise).

Le CES « Eaux » souligne également qu'il est indispensable de garantir le bon fonctionnement des installations (établissement d'équarrissage, STEU, usine de production d'EDCH). Concernant les indicateurs de bon fonctionnement de la filière de traitement d'EDCH, le dossier décrit les modalités de surveillance des EDCH aux différentes étapes de traitement au moyen d'analyseurs fixes et de prélèvements ponctuels. Les emplacements des analyseurs en continu ainsi que les paramètres analysés sont illustrés à l'annexe 10. Aucune indication n'est fournie quant à la surveillance effectuée sur des prélèvements ponctuels. Dans le cadre du plan de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE) et de la surveillance par la personne responsable de la production et distribution de l'EDCH (PRPDE), qui en découle, le CES « Eaux » recommande, même s'ils ne sont pas spécifiques des prions, le suivi d'indicateurs permettant de vérifier le bon fonctionnement de l'étape de filtration de l'eau, et particulièrement de l'élimination des particules/colloïdes. Le PGSSE permettra de déterminer quels indicateurs sont à suivre ainsi que leur fréquence et seuil associés. Le CES « Eaux » indique que ces indicateurs pourraient être, en sortie de filtration, la turbidité (en continu), les micro-organismes anaérobies sulfitoréducteurs et les coliphages somatiques. Il suggère, en sortie de filtration, un objectif de turbidité de 0,2 NFU, une limite à ne jamais dépasser de 0,3 NFU, un objectif d'absence de micro-organismes sulfito-réducteurs. Toute variation par rapport aux valeurs habituelles doit constituer une alerte.

En outre, une communication efficace entre les parties prenantes, notamment entre le gestionnaire de l'établissement d'équarrissage, les autorités compétentes du Lot-et-Garonne (incluant l'ARS) et la PRPDE, est indispensable pour la gestion des risques liés aux « prions ».

#### 4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Dans un contexte de pression croissante sur les ressources en eau sur le territoire national, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie, à la demande du Préfet du Lot-et-Garonne, par les ministères en charge de la santé, l'agriculture et l'écologie pour évaluer les risques sanitaires liés aux prions associés à l'utilisation, pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH), d'une prise d'eau de la Garonne située sur la même berge et en aval des rejets d'une station de traitement des eaux usées (STEU) d'un établissement d'équarrissage manipulant des sous-produits animaux de catégorie C1, C2 et C3 et ne traitant pas thermiquement ses effluents (133°C / 3 bars / 20 min) avant rejet dans le milieu.

Pour ce faire, le parcours des prions qui seraient émis par un seul animal postulé infecté a été modélisé par les experts, depuis l'usine d'équarrissage, jusqu'au robinet du consommateur d'EDCH alimenté par l'usine de production de Sérignac-sur-Garonne pour estimer l'abattement des prions et évaluer l'exposition du consommateur d'EDCH.

L'Anses endosse les réponses aux questions, les conclusions et les recommandations du CES « Eaux », basées sur les résultats de cette modélisation. Elle souligne que la modélisation et les conclusions qui en sont tirées sont spécifiques à la situation objet de la présente expertise et qu'elles ne peuvent pas être extrapolées. Toute modification, qu'elle soit d'ordre technique (traitements au niveau de l'équarrissage, de la STEU ou de l'usine de production d'EDCH) ou épidémiologique (nombre de cas de maladies à prions) rendrait les résultats de l'expertise obsolètes. Elle mentionne également que cette modélisation, basée sur les données de débit de la Garonne obtenues pour les années passées, ne tient pas compte des évolutions possibles de celui-ci dans le futur du fait de l'évolution des conditions climatiques.

De manière non spécifique au risque « prions » étudié dans cette expertise, l'Agence rappelle que le risque d'exposition à tout danger émis par l'établissement d'équarrissage est directement dépendant du respect des bonnes pratiques de traitement des sous-produits animaux dans l'établissement d'équarrissage et du bon fonctionnement de sa STEU. Le bassin de rétention intégré dans l'installation permet de stocker et de réinjecter en tête de traitement des effluents émis en cas de dysfonctionnement craint ou identifié dans l'une des étapes de l'équarrissage et/ou de la STEU.

De plus, au vu du temps de transfert dans la Garonne depuis le point de rejet de la STEU jusqu'au point de captage de l'usine de production d'EDCH, estimé à 1h30 environ en période de moyennes eaux, l'Anses considère que les dispositions à prévoir en cas de dysfonctionnements de la STEU mériteraient d'être planifiées pour les contaminants potentiels d'importance issus du rejet d'équarrissage, aussi bien en termes de communication entre les acteurs (gestionnaire de l'établissement de l'équarrissage, personne responsable de la production et distribution de l'EDCH (PRPDE), les autorités compétentes, etc.) que d'actions à prévoir (arrêt temporaire du pompage, utilisation temporaire du captage existant en nappe, etc.).

Enfin, l'Agence estime que l'efficacité des étapes de traitement de l'usine de production d'EDCH devra également être vérifiée, à partir d'un plan de surveillance et d'indicateurs à définir dans le plan de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE).

S'agissant spécifiquement du sujet « prions », la situation épidémiologique actuelle des encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST) en France conduit à ne pas pouvoir

exclure l'arrivée d'un animal infecté au niveau de l'établissement d'équarrissage, ce qui a motivé tant la saisine que l'hypothèse de modélisation retenue dans l'expertise.

Dans cette hypothèse, plusieurs facteurs contribuent à la réduction de la quantité de prions pouvant être transférés entre l'animal infecté et l'eau distribuée : principalement le traitement des sous-produits de catégorie C1, celui des effluents dans la STEU, la dilution dans la Garonne et les étapes de coagulation, floculation et décantation dans l'usine de production d'EDCH (et dans une moindre mesure le traitement d'ozonation). Sur la base des données disponibles, l'expertise a retenu des valeurs sécuritaires pour les différentes données d'entrées du modèle, et procédé à l'analyse des incertitudes associées : il ressort de la modélisation que l'abattement de la quantité de prions est d'au moins  $5,1 \log_{10}$ , avec des fourchettes d'abattements, suivant les scénarios (de débit d'eau et d'adsorption des prions), qui peuvent aller jusqu'à  $9 \log_{10}$ . Les experts ont ensuite pris en compte ce résultat pour estimer l'exposition en dose infectieuse 50 %, en vue de la comparer à celle déterminée pour des modèles animaux. Sans sous-estimer l'intérêt de ces comparaisons, l'Agence rappelle que l'extrapolation à l'Homme de données obtenues sur ces modèles, dans cet avis comme dans d'autres évaluations des risques, constitue un facteur d'incertitude.

Enfin, dans le cas de la réhabilitation effective de la prise d'eau, l'Agence rappelle que les travaux de cette expertise se concentrent exclusivement sur les prions et ne couvrent pas les autres contaminants issus des rejets d'équarrissage, lesquels doivent également être pris en compte dans le cadre du PGSSE.

Pr Benoît VALLET

## MOTS-CLÉS

Prion, Encéphalopathie spongiforme transmissible (EST), encéphalopathie spongiforme bovine (ESB), tremblante, matériels à risque spécifiés (MRS), sous-produits animaux de catégorie C1, agents transmissibles non conventionnels (ATNC), équarrissage, station de traitement des eaux usées (STEU), eau destinée à la consommation humaine (EDCH), modélisation.

*Prion, transmissible spongiform encephalopathies (TSE), prion disease, scrapie, bovine spongiform encephalopathy (BSE), specified risk materials (SRE), animal by-products of category 1, unconventional transmissible agents, animal rendering, wastewater treatment, drinking water, modeling.*

## BIBLIOGRAPHIE

### ➤ Documents transmis par la DGS et l'ARS

#### Pièces jointes à la saisine :

- courrier du Préfet du Lot et Garonne au DGS, au DGÀ et DGPR en date du 9 février 2024 (Pièce du dossier n°1) ;
- plan de situation (Pièce du dossier n°2) ;
- fichier (format pdf) compilant un an de résultats d'analyse en amont et en aval de la future prise d'eau - période juin 2019 à janvier 2020 (Pièce du dossier n°3) ;
- fichier Excel avec l'estimation du risque ATNC réalisée par les services locaux, à partir de l'avis de l'Afssa (2010) (Pièce du dossier n°4).

#### Éléments complémentaires transmis à la demande de l'Anses (listé par ordre chronologique) :

- Artelia. 2020. Construction d'une nouvelle usine de production d'eau potable et d'une prise d'eau en Garonne sur la commune de Sérignac-sur-Garonne (47) ; dossier de demande d'autorisation environnementale au titre de l'article L. 181-1 du code de l'environnement valant dossier « Loi sur l'eau et milieux aquatiques » au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement, 224 p. (Pièce du dossier n°5) ;
- Artelia. 2022. Construction d'une nouvelle usine de production d'eau potable et d'une prise d'eau en Garonne sur la commune de Sérignac-sur-Garonne (47) Etude réglementaire au titre du code de la santé publique (Articles R. 1321-6 À R. 1321-12 et R. 1321-37 à R. 1321-42). Rapport comportant 4 annexes (Annexe1 Localisation du projet, Annexe2 Plans du projet, Annexe3 Qualité des eaux brutes. Rapports d'analyse et tableaux, Annexe4 Avis de l'hydrogéologue agréé) 135 p. (Pièce du dossier n°6) ;
- Artelia. Janvier 2023. Dossier de Déclaration d'Utilité Publique des travaux de protection du captage pour l'instauration des périmètres de protection au titre de l'article L. 1321-1 du Code de la Santé Publique - Prise d'eau en Garonne de l'usine d'eau potable sur la commune de Sérignac-sur-Garonne (47). Enquête publique. 325 p. (Pièce du dossier n°7) ;
- un fichier compilant trois ans de données analytiques des rejets des effluents d'équarrissage de 2020 à 2023 (format Excel) (Pièce du dossier n°8) ;
- trois comptes-rendus concernant les dépassements et le suivi des actions engagées lors des incidents affectant la STEU d'équarrissage au cours de l'été 2023 (Pièces du dossier n°9 à 11) ;

- deux schémas descriptifs des cuves d'ozonation de l'usine de traitement d'EDCH (Pièces du dossier n°12 et 13) ;
- un fichier contenant cinq photos aériennes prises le 28 août 2021, des 7 km séparant la STEU d'équarrissage de la prise d'EDCH, extraites sur le site internet [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr) (Pièce du dossier n°14) ;
- Extraction SISE-Eaux de 2019 à 2023 pour les résultats sur le paramètre Bromates au niveau d'usines de production d'EDCH de la région d'Agen alimentées par de l'eau de la Garonne (Pièce du dossier n°15) ;
- Deux plans de la cuve d'ozone de l'usine de production d'EDCH de Sérignac (Pièces du dossier n°16 et 17) ;
- Pour compléter la pièce du dossier n°8, fichier compilant 6 mois de données analytiques des rejets des effluents d'équarrissage de juin à décembre 2019 2020 (format Excel) (Pièce du dossier n°18) ;
- Fichier décrivant les catégories et tonnages d'animaux équarris en 2022 et 2023 (format Excel) (pièce du dossier n°19) ;
- ISL Ingénierie (2008) Gestion d'atterrissements Garonne en amont et en aval d'Agen - Elaboration du programme des travaux et du dossier réglementaire de déclaration « Loi sur l'eau/Natura 2000/Biotope - Rapport RSO-0064, Révision 1, Décembre 2008. Rapport de 86 pages et 33 pages d'annexes (pièce du dossier n°20) ;
- Schéma synoptique de la STEU d'équarrissage (pièce du dossier n°21) ;
- Tableau de bord environnemental de la STEU d'équarrissage. Période : Avril – Juin 2024 (pièce du dossier n°22).

### ➤ Publications

- Adkin, A., N. Donaldson et L. Kelly. 2013. "A quantitative assessment of the amount of prion diverted to category 1 materials and wastewater during processing." *Risk Analysis* 33 (7): 1197-1211. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01922.x>.
- Afssa. 2003 *Avis relatif aux risques sanitaires au regard de l'ESB liés aux rejets dans l'environnement des effluents et boues issus d'abattoirs et d'équarrissages (saisine n° 2001-SA-0148)*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ESST2001sa0148Ra.pdf>.
- Afssa. 2007. *Avis relatif à l'évaluation de la sensibilité diagnostique des tests rapides réalisés chez les petits ruminants sur un échantillon d'obex (saisine 2007-SA-371)*. <http://www.anses.fr/fr/system/files/ESST2007sa0371.pdf>.
- Afssa. 2009. *Rapport " Évaluation de l'innocuité des réacteurs équipés de lampes à rayonnements ultraviolets et de l'efficacité de ces procédés pour la désinfection des eaux destinées à la consommation humaine" (saisine n°2009-SA-0002)*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2009sa0002Ra.pdf>.
- Afssa. 2010. *Avis relatif à l'évaluation des risques sur les effluents issus des établissements de transformation de sous-produits animaux de catégories 1, 2 ou 3 à des fins de réutilisation pour l'irrigation des cultures destinées à la consommation humaine ou animale (saisine 2009-SA-0288)*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2009sa0288.pdf>
- Anses. 2014a. *Avis relatif à la gestion des Matériels à risque spécifiés (MRS) dans le cadre de la maîtrise des ESST (Saisine n°2014-SA-0245) en date du 10 décembre*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EST2014sa0245.pdf>.
- Anses. 2014b. *Avis relatif à la question de l'épandage des boues et de la gestion du risque lié aux agents transmissibles non conventionnels (ATNC) (saisine n° 2012-SA-0146)*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EST2012sa0146.pdf>.

- Anses. 2017. *Avis relatif à l'allègement des matériels à risque spécifiés (MRS) pour les petits ruminants (ovins et caprins) en date du 20 mars 2017 (saisine n° 2017-SA-0037).* <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIORISK2017SA0037.pdf>
- Anses. 2018. *Note d'appui scientifique et technique relatif à l'évaluation de l'efficacité des produits biocides destinés à être utilisés pour la désinfection lors de dangers sanitaires : dangers prions (saisine n° 2015-SA-0178).* <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2015SA0178.pdf>.
- Anses. 2021. *Avis et rapport de l'Anses relatifs à l'évaluation du risque associé à un allègement du « feed ban » en date du 10 Juin 2021 (saisine n° 2020-SA-0094).* <https://www.anses.fr/fr/system/files/ALAN2020SA0094Ra.pdf>
- Anses. 2022. *Avis et rapport relatifs à l'utilisation des graisses, gélatines et collagènes de ruminants en alimentation animale (saisines n° 2020-SA-0126 et n° 2021-SA-0156).* <https://www.anses.fr/fr/system/files/ALAN2020SA0126Ra.pdf>.
- Arellano Anaya, Z. E., J. Savistchenko, V. Massonneau, C. Lacroux, O. Andréoletti et D. Vilette. 2011. "Recovery of small infectious PrPres aggregates from prion-infected cultured cells." *Journal of Biological Chemistry* 286 (10): 8141-8148. <https://doi.org/10.1074/jbc.M110.165233>.
- ASTEE. 2021. *Guide "Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine". Astee : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement.*
- Bartelt-Hunt, Shannon L. et Jason C. Bartz. 2013. "Behavior of Prions in the Environment: Implications for Prion Biology." *PLOS Pathogens* 9 (2): e1003113. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003113>.
- Bellinger-Kawahara, C., J. E. Cleaver, T. O. Diener et S. B. Prusiner. 1987. "Purified scrapie prions resist inactivation by UV irradiation." *J Virol* 61 (1): 159-66. <https://doi.org/10.1128/jvi.61.1.159-166.1987>.
- Berardi, V. A., F. Cardone, A. Valanzano, M. Lu et M. Pocchiari. 2006. "Preparation of soluble infectious samples from scrapie-infected brain: A new tool to study the clearance of transmissible spongiform encephalopathy agents during plasma fractionation." *Transfusion* 46 (4): 652-658. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2006.00763.x>.
- Beringue, V., L. Herzog, F. Reine, A. Le Dur, C. Casalone, J. L. Vilotte et H. Laude. 2008. "Transmission of atypical bovine prions to mice transgenic for human prion protein." *Emerg Infect Dis* 14 (12): 1898-901. <https://doi.org/10.3201/eid1412.080941>.
- Béringue, V., J. L. Vilotte et H. Laude. 2008. "Prion agent diversity and species barrier." *Veterinary research* 39 (4): 1-30.
- Biacabe, A. G., J. L. Laplanche, S. Ryder et T. Baron. 2004. "Distinct molecular phenotypes in bovine prion diseases." *EMBO Rep* 5 (1): 110-5. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400054>.
- Bohl, J., M. Moudjou, L. Herzog, F. Reine, F. Sailer, H. Klute, F. Halgand, G. V. D. Rest, Y. Boulard, V. Béringue, A. Igel et H. Rezaei. 2023. "The Smallest Infectious Substructure Encoding the Prion Strain Structural Determinant Revealed by Spontaneous Dissociation of Misfolded Prion Protein Assemblies." *Journal of Molecular Biology* 435 (21). <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2023.168280>.
- Böhnlein, C., M. H. Groschup, E. Maertlbauer, R. Pichner et M. Gareis. 2012. "Stability of Bovine Spongiform Encephalopathy Prions: Absence of Prion Protein Degradation by Bovine Gut Microbiota." *Zoonoses and Public Health* 59 (4): 251-255. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2012.01455.x>.
- Booth, C. J., S. S. Lichtenberg, R. J. Chappell et J. A. Pedersen. 2021. "Chemical Inactivation of Prions Is Altered by Binding to the Soil Mineral Montmorillonite." *ACS Infectious Diseases* 7 (4): 859-870. <https://doi.org/10.1021/acsinfecdis.0c00860>.
- Casalone, C., C. Corona, M. I. Crescio, F. Martucci, M. Mazza, G. Ru, E. Bozzetta, P. L. Acutis et M. Caramelli. 2005. "Pathological prion protein in the tongues of sheep infected with

- naturally occurring scrapie." *J Virol* 79 (9): 5847-9. <https://doi.org/10.1128/jvi.79.9.5847-5849.2005>.
- Cassard, H., J. M. Torres, C. Lacroux, J. Y. Douet, S. L. Benestad, F. Lantier, S. Lugan, I. Lantier, P. Costes, N. Aron, F. Reine, L. Herzog, J. C. Espinosa, V. Beringue et O. Andreóletti. 2014. "Evidence for zoonotic potential of ovine scrapie prions." *Nature Communications* 5. <https://doi.org/10.1038/ncomms6821>.
- Cazeau, G., L. Méry, A.G. Morignat et J.P. Amat. 2023. "Bilan 2022 de la surveillance des encéphalopathies spongiformes des petits ruminants en France." *Bulletin épidémiologique* 100 (3): 1-10.
- Comoy, E. E., C. Casalone, N. Lescoutra-Etcheagaray, G. Zanusso, S. Freire, D. Marce, F. Auvre, M. M. Ruchoux, S. Ferrari, S. Monaco, N. Sales, M. Caramelli, P. Leboulch, P. Brown, C. I. Lasmezas et J. P. Deslys. 2008. "Atypical BSE (BASE) transmitted from asymptomatic aging cattle to a primate." *PLoS One* 3 (8): e3017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003017>.
- Comoy, E. E., J. Mikol, S. Luccantoni-Freire, E. Correia, N. Lescoutra-Etcheagaray, V. Durand, C. Dehen, O. Andreoletti, C. Casalone, J. A. Richt, J. J. Greenlee, T. Baron, S. L. Benestad, P. Brown et J. P. Deslys. 2015. "Transmission of scrapie prions to primate after an extended silent incubation period." *Scientific Reports* 5. <https://doi.org/10.1038/srep11573>.
- Cooper, J. D. et S. M. Bird. 2003. "Predicting incidence of variant Creutzfeldt-Jakob disease from UK dietary exposure to bovine spongiform encephalopathy for the 1940 to 1969 and post-1969 birth cohorts." *International Journal of Epidemiology* 32 (5): 784-791. <https://doi.org/10.1093/ije/dyg248>.
- Ding, N., N. F. Neumann, L. M. Price, S. L. Braithwaite, A. Balachandran, M. Belosevic et M. G. El-Din. 2012a. "Inactivation of template-directed misfolding of infectious prion protein by Ozone." *Applied and Environmental Microbiology* 78 (3): 613-620. <https://doi.org/10.1128/AEM.06791-11>.
- Ding, N., N. F. Neumann, L. M. Price, S. L. Braithwaite, A. Balachandran, M. Belosevic et M. Gamal El-Din. 2014. "Ozone inactivation of infectious prions in rendering plant and municipal wastewaters." *Science of the Total Environment* 470-471: 717-725. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.09.099>.
- Ding, N., N. F. Neumann, L. M. Price, S. L. Braithwaite, A. Balachandran, G. Mitchell, M. Belosevic et M. G. El-Din. 2013. "Kinetics of ozone inactivation of infectious prion protein." *Applied and Environmental Microbiology* 79 (8): 2721-2730. <https://doi.org/10.1128/AEM.03698-12>.
- Ding, N., N. Neumann, L. Price, S. Braithwaite, A. Balachandran, M. Belosevic et M. G. El-Din. 2012b. "Inactivation of scarpie 263K by ozone." Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering.
- Doré, M. 1989. *Chimie des oxydants et traitement des eaux*. Edité par Tec & doc - Lavoisier.
- Dormont, D. 1996. "Évaluation du risque de transmission des agents transmissibles non conventionnels par l'albumine plasmatique humaine." *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 15 (4): 560-568. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0750-7658\(96\)83220-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0750-7658(96)83220-5).
- Dron, M., M. Moudjou, J. Chapuis, M. K. Farooq Salamat, J. Bernard, S. Cronier, C. Langevin et H. Laude. 2010. "Endogenous proteolytic cleavage of disease-associated prion protein to produce C2 fragments is strongly cell- and tissue-dependent." *Journal of Biological Chemistry* 285 (14): 10252-10264. <https://doi.org/10.1074/jbc.M109.083857>.
- EFSA. 2017. "Panel on Biological Hazards : Bovine spongiform encephalopathy (BSE) cases born after the total feed ban." *EFSA J* 15 (7): e04885. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4885>.
- Eloit, M., K. Adjou, M. Couplier, J. J. Fontaine, R. Hamel, T. Lilin, S. Messiaen, O. Andreoletti, T. Baron, A. Bencsik, A. G. Biacabe, V. Beringue, H. Laude, A. Le Dur, J. L. Vilotte, E.

- Comoy, J. P. Deslys, J. Grassi, S. Simon, F. Lantier et P. Sarradin. 2005. "BSE agent signatures in a goat." *Vet Rec* 156 (16): 523-4.
- FNCCR. 2020. *Guide d'exploitation des petites unités de production et distribution d'eau potable. FNCCR : fédération nationale des collectivités dévolue au services publics locaux en réseau.*
- Georgsson, G., S. Sigurdarson et P. Brown. 2006. "Infectious agent of sheep scrapie may persist in the environment for at least 16 years." *Journal of General Virology* 87 (12): 3737-3740. <https://doi.org/10.1099/vir.0.82011-0>.
- Giachin, G., R. Nepravishta, W. Mandaliti, S. Melino, A. Margon, D. Scaini, P. Mazzei, A. Piccolo, G. Legname, M. Paci et L. Leita. 2017. "The mechanisms of humic substances self-assembly with biological molecules: The case study of the prion protein." *PLoS ONE* 12 (11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188308>.
- Giles, K., D. V. Glidden, R. Beckwith, R. Seoanes, D. Peretz, S. J. DeArmond et S. B. Prusiner. 2008. "Resistance of bovine spongiform encephalopathy (BSE) prions to inactivation." *PLoS Pathogens* 4 (11). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1000206>.
- Hinckley, G. T., C. J. Johnson, K. H. Jacobson, C. Bartholomay, K. D. McMahon, D. McKenzie, J. M. Aiken et J. A. Pedersen. 2008. "Persistence of pathogenic prion protein during simulated wastewater treatment processes." *Environmental Science and Technology* 42 (14): 5254-5259. <https://doi.org/10.1021/es703186e>.
- Huor, Alvina, Juan Carlos Espinosa, Enric Vidal, Hervé Cassard, Jean-Yves Douet, Séverine Lugan, Naima Aron, Alba Marín-Moreno, Patricia Lorenzo et Patricia Aguilar-Calvo. 2019. "The emergence of classical BSE from atypical/Nor98 scrapie." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116 (52): 26853-26862.
- Igel-Egalon, A., F. Laferrière, P. Tixador, M. Moudjou, L. Herzog, F. Reine, J. M. Torres, H. Laude, H. Rezaei et V. Béringue. 2020. "Crossing Species Barriers Relies on Structurally Distinct Prion Assemblies and Their Complementation." *Molecular Neurobiology* 57 (6): 2572-2587. <https://doi.org/10.1007/s12035-020-01897-3>.
- Igel, A., B. Fornara, H. Rezaei et V. Béringue. 2023. "Prion assemblies: structural heterogeneity, mechanisms of formation, and role in species barrier." *Cell and Tissue Research* 392 (1): 149-166. <https://doi.org/10.1007/s00441-022-03700-2>.
- Jiménez-Huete, A., P. M. J. Lievens, R. Vidal, P. Piccardo, B. Ghetti, F. Tagliavini, B. Frangione et F. Prelli. 1998. "Endogenous proteolytic cleavage of normal and disease-associated isoforms of the human prion protein in neural and non-neural tissues." *American Journal of Pathology* 153 (5): 1561-1572. [https://doi.org/10.1016/S0002-9440\(10\)65744-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9440(10)65744-6).
- Johnson, C. J., J. A. Pedersen, R. J. Chappell, D. McKenzie et J. M. Aiken. 2007. "Oral transmissibility of prion disease is enhanced by binding to soil particles." *PLoS Pathogens* 3 (7): 0874-0881. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030093>.
- Johnson, C. J., K. E. Phillips, P. T. Schramm, D. McKenzie, J. M. Aiken et J. A. Pedersen. 2006. "Prions adhere to soil minerals and remain infectious." *PLoS Pathogens* 2 (4): 296-302. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0020032>.
- Kashefipour, Seyed M et Roger A Falconer. 2002. "Longitudinal dispersion coefficients in natural channels." *Water Research* 36 (6): 1596-1608.
- Kimberlin, R. H., C. A. Walker, G. C. Millson, D. M. Taylor, P. A. Robertson, A. H. Tomlinson et A. G. Dickinson. 1983. "Disinfection studies with two strains of mouse-passaged scrapie agent. Guidelines for Creutzfeldt-Jakob and related agents." *J Neurol Sci* 59 (3): 355-69. [https://doi.org/10.1016/0022-510x\(83\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0022-510x(83)90021-7).
- Konold, Timm, Mark E Arnold, Anthony R Austin, Saira Cawthraw, Steve AC Hawkins, Michael J Stack, Marion M Simmons, A Robin Sayers, Michael Dawson et John W Wilesmith. 2012. "Bovine spongiform encephalopathy: the effect of oral exposure dose on attack rate and incubation period in cattle—an update." *BMC Research Notes* 5: 1-7.

- Lasmézas, C. I. 2017. "Modeling variant Creutzfeldt-Jakob disease and its pathogenesis in non-human primates." *Food Safety* 5 (1): 14-23.
- Lasmézas, C. I., J. P. Deslys, R. Demaimay, K. T. Adjou, F. Lamoury, D. Dormont, O. Robain, J. Ironside et J. J. Hauw. 1996. "BSE transmission to macaques." *Nature* 381 (6585): 743-744. <https://doi.org/10.1038/381743a0>.
- Latarjet, R., B. Muel, D. A. Haig, M. C. Clarke et T. Alper. 1970. "Inactivation of the scrapie agent by near monochromatic ultraviolet light." *Nature* 227 (5265): 1341-3. <https://doi.org/10.1038/2271341a0>.
- Le Dur, A., V. Béringue, O. Andréoletti, F. Reine, T. L. Lai, T. Baron, B. Bratberg, J. L. Vilotte, P. Sarradin, S. L. Benestad et H. Laude. 2005. "A newly identified type of scrapie agent can naturally infect sheep with resistant PrP genotypes." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102 (44): 16031-16036. <https://doi.org/10.1073/pnas.0502296102>.
- Legube, B. 2021. *Production d'eau potable - 2e édition. Procédés de traitement, paramètres de qualité, impacts du changement climatique*.
- Maluquer de Motes, C., M. J. Cano, J. M. Torres, M. Pumarola et R. Girones. 2008. "Detection and survival of prion agents in aquatic environments." *Water Research* 42 (10-11): 2465-2472. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.01.031>.
- Maluquer de Motes, C., J. C. Espinosa, A. Esteban, M. Calvo, R. Girones et J. M. Torres. 2012. "Persistence of the bovine spongiform encephalopathy infectious agent in sewage." *Environmental Research* 117: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.06.010>.
- Marín-Moreno, A., P. Aguilar-Calvo, M. Moudjou, J. C. Espinosa, V. Béringue et J. M. Torres. 2019. "Thermostability as a highly dependent prion strain feature." *Scientific Reports* 9 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47781-6>.
- Marín-Moreno, A., J. C. Espinosa, N. Fernández-Borges, J. Piquer, R. Girones, O. Andreoletti et J. M. Torres. 2016. "An assessment of the long-term persistence of prion infectivity in aquatic environments." *Environmental Research* 151: 587-594. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.031>.
- Marín-Moreno, A., F. Reine, L. Herzog, N. Aron, F. Jaffrézic, J. L. Vilotte, H. Rezaei, O. Andréoletti, D. Martin et V. Béringue. 2024. "Assessment of the Zoonotic Potential of Atypical Scrapie Prions in Humanized Mice Reveals Rare Phenotypic Convergence but Not Identity With Sporadic Creutzfeldt-Jakob Disease Prions." *Journal of Infectious Diseases* 230 (1): 161-171. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiae093>.
- McGovern, Gillian, Stuart Martin, Martin Jeffrey, Glenda Dexter, Steve AC Hawkins, Sue J Bellworthy, Lisa Thurston, Lynne Algar et Lorenzo González. 2016. "Minimum effective dose of cattle and sheep BSE for oral sheep infection." *PloS one* 11 (3): e0151440.
- Miles, S. L., K. Takizawa, C. P. Gerba et I. L. Pepper. 2011. "Survival of infectious prions in water." *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 46 (9): 938-943. <https://doi.org/10.1080/10934529.2011.586247>.
- Moletta, R. 2002. "Anaerobic digestion of municipal solid wastes." *Eau, l'INDUSTRIE, les Nuisances* (257): 75-82.
- Morignat, E., Jean-Phillippe Amat, Thomas Maignien, Anne-Gaëlle Morignat et Laurent Méry. 2023. "Bilan de la surveillance de l'ESB en France en 2022." *Bulletin épidémiologique* 100 (Article 1): 1-5.
- Morillas, M., W. Swietnicki, P. Gambetti et W. K. Surewicz. 1999. "Membrane environment alters the conformational structure of the recombinant human prion protein." *Journal of Biological Chemistry* 274 (52): 36859-36865. <https://doi.org/10.1074/jbc.274.52.36859>.
- Nichols, T. A., B. Pulford, A. C. Wyckoff, C. Meyerett, B. Michel, K. Gertig, E. A. Hoover, J. E. Jewell, G. C. Telling et M. D. Zabel. 2009. "Detection of protease-resistant cervid prion

- protein in water from a CWD-endemic area." *Prion* 3 (3): 171-183. <https://doi.org/10.4161/pri.3.3.9819>.
- Noel Gill, O., Y. Spencer, A. Richard-Loendt, C. Kelly, R. Dabaghian, L. Boyes, J. Linehan, M. Simmons, P. Webb, P. Bellerby, N. Andrews, D. A. Hilton, J. W. Ironside, J. Beck, M. Poulter, S. Mead et S. Brandner. 2013. "Prevalent abnormal prion protein in human appendixes after bovine spongiform encephalopathy epizootic: Large scale survey." *BMJ (Online)* 347 (7929). <https://doi.org/10.1136/bmj.f5675>.
- OMS. 1992. Report of a WHO Consultation on Public Health Issues related to Animal and Human Spongiform Encephalopathies, Geneva, 12-14 November 1991. W. H. O. Consultation on Public Health Issues Related to Animal Human Spongiform, Encephalopathies World Health Organization. Veterinary Public Health Unit, Geneva: World Health Organization.
- OMS. 2000. WHO (World Health, Organization) infection control guidelines for transmissible spongiform encephalopathies : report of a WHO consultation, Geneva, Switzerland, 23-26 March 1999. Geneva: World Health Organization.
- OMS. 2003. WHO manual for surveillance of human transmissible spongiform encephalopathies, including variant Creutzfeldt-Jakob disease. Geneva: World Health Organization.
- OMS. 2022. *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda*. OMS : Organisation mondiale de la santé. ISBN: 978-92-4-004506-4. 614 p.
- Overduin, M., H. Wille et D. Westaway. 2021. "Multisite interactions of prions with membranes and native nanodiscs." *Chemistry and Physics of Lipids* 236. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2021.105063>.
- Padilla, D., V. Béringue, J. C. Espinosa, O. Andreoletti, E. Jaumain, F. Reine, L. Herzog, A. Gutierrez-Adan, B. Pintado, H. Laude et J. M. Torres. 2011. "Sheep and goat BSE propagate more efficiently than cattle BSE in human PrP transgenic mice." *PLoS Pathogens* 7 (3). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1001319>.
- Pritzkow, S., D. Gorski, F. Ramirez et C. Soto. 2021. "Prion Dissemination through the Environment and Medical Practices: Facts and Risks for Human Health." *Clinical Microbiology Reviews* 34 (4). <https://doi.org/10.1128/CMR.00059-19>.
- Prusiner, S. B., S. P. Cochran, D. F. Groth, D. E. Downey, K. A. Bowman et H. M. Martinez. 1982. "Measurement of the scrapie agent using an incubation time interval assay." *Annals of Neurology* 11 (4): 353-358. <https://doi.org/10.1002/ana.410110406>.
- Prusiner, S. B., Patricia C. S., D. E. Downey et D. F. Groth. 1981. "Determination of Scrapie Agent Titer from Incubation Period Measurements in Hamsters." Dans *Hamster Immune Responses in Infectious and Oncologic Diseases*, édité par J. Wayne Streilein, David A. Hart, Joan Stein-Streilein, William R. Duncan et Rupert E. Billingham, 385-399. Boston, MA: Springer US.
- Pucci, A., L. P. D'Acqui et L. Calamai. 2008. "Fate of prions in soil: interactions of RecPrP with organic matter of soil aggregates as revealed by LTA-PAS." *Environ Sci Technol* 42 (3): 728-33. <https://doi.org/10.1021/es071314q>.
- Rao, M. A., F. Russo, V. Granata, R. Berisio, A. Zagari et L. Gianfreda. 2007. "Fate of prions in soil: Interaction of a recombinant ovine prion protein with synthetic humic-like mineral complexes." *Soil Biology and Biochemistry* 39 (2): 493-504. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.08.020>.
- Saunders, S. E., S. L. Bartelt-Hunt et J. C. Bartz. 2008. "Prions in the environment: occurrence, fate and mitigation." *Prion* 2 (4): 162-169. <https://doi.org/10.4161/pri.2.4.7951>.
- Saunders, S. E., J. C. Bartz et S. L. Bartelt-Hunt. 2009. "Influence of prion strain on prion protein adsorption to soil in a competitive matrix." *Environmental Science and Technology* 43 (14): 5242-5248. <https://doi.org/10.1021/es900502f>.

- Silveira, J. R., G. J. Raymond, A. G. Hughson, R. E. Race, V. L. Sim, S. F. Hayes et B. Caughey. 2005. "The most infectious prion protein particles." *Nature* 437 (7056): 257-261. <https://doi.org/10.1038/nature03989>.
- Spiropoulos, J., R. Lockey, R. E. Sallis, L. A. Terry, L. Thorne, T. M. Holder, K. E. Beck et M. M. Simmons. 2011. "Isolation of prion with BSE properties from farmed goat." *Emerg Infect Dis* 17 (12): 2253-61. <https://doi.org/10.3201/eid1712.110333>.
- Swire, E. et A. Colchester. 2023. "Out of sight, out of mind? BSE 30 years on: continuing environmental risks to human health." *Land Use Policy* 126: 106521. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106521>.
- Taylor, D. M. 1993. "Inactivation of SE agents." *Br Med Bull* 49 (4): 810-21. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a072648>.
- Taylor, D. M. 1998. "Inactivation of the BSE agent." *Journal of food safety* 18 (4): 265-274.
- Taylor, D. M. 2000. "Inactivation of Transmissible Degenerative Encephalopathy Agents: A Review." *Veterinary Journal* 159 (1): 10-17. <https://doi.org/10.1053/tvjl.1999.0406>.
- Tixador, P., L. Herzog, F. Reine, E. Jaumain, J. Chapuis, A. le Dur, H. Laude et V. Béringue. 2010. "The physical relationship between infectivity and prion protein aggregates is strain-dependent." *PLoS Pathogens* 6 (4): 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1000859>.
- Wadsworth, J. D., S. Joiner, J. M. Linehan, A. Balkema-Buschmann, J. Spiropoulos, M. M. Simmons, P. C. Griffiths, M. H. Groschup, J. Hope, S. Brandner, E. A. Asante et J. Collinge. 2013. "Atypical scrapie prions from sheep and lack of disease in transgenic mice overexpressing human prion protein." *Emerg Infect Dis* 19 (11): 1731-9. <https://doi.org/10.3201/eid1911.121341>.
- Wiggins, R. C. 2009. "Prion Stability and infectivity in the environment." *Neurochemical Research* 34 (1): 158-168. <https://doi.org/10.1007/s11064-008-9741-6>.
- Wyckoff, A. C., K. L. Lockwood, C. Meyerett-Reid, B. A. Michel, H. Bender, K. C. VerCauteren et M. D. Zabel. 2013. "Estimating Prion Adsorption Capacity of Soil by BioAssay of Subtracted Infectivity from Complex Solutions (BASICS)." *PLoS ONE* 8 (3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058630>.
- Yunoki, M., H. Tanaka, T. Urayama, Y. Kanai, A. Nishida, M. Yoshikawa, Y. Ohkubo, Y. Kawabata, K. Hagiwara et K. Ikuta. 2010. "Infectious prion protein in the filtrate even after 15nm filtration." *Biologicals* 38 (2): 311-313. <https://doi.org/10.1016/j.biologicals.2009.10.018>.
- Zabel, M. et A. Ortega. 2017. "The ecology of prions." *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 81 (3). <https://doi.org/10.1128/MMBR.00001-17>.

### ➤ Réglementation et textes d'application

Règlement (CE) n°1069/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et abrogeant le règlement (CE) n°1774/2002 (règlement relatif aux sous-produits animaux).

Règlement (UE) n ° 142/2011 de la Commission du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) n ° 1069/2009 du Parlement européen et du Conseil établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et portant application de la directive 97/78/CE du Conseil en ce qui concerne certains échantillons et articles exemptés des contrôles vétérinaires effectués aux frontières en vertu de cette directive Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE.

Directive (UE) 2020/2184 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte).

Code de la santé publique – articles L. 1321-1 à L. 1321-10 et R. 1321-1 à R.1321-61.

Arrêté du 3 décembre 1990 fixant les mesures de police sanitaire relatives à l'encéphalopathie spongiforme bovine ( ESB-Chez les bovins).

Arrêté du 12 février 2003 modifié relatif aux prescriptions applicables aux installations classées soumises à autorisation sous la rubrique 2730 traitement de sous-produits d'origine animale, y compris débris, issues et cadavres, à l'exclusion des activités visées par d'autres rubriques de la nomenclature, des établissements de diagnostic, de recherche et d'enseignement.

Arrêté du 20 juin 2007 relatif à la constitution du dossier de la demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine mentionnée aux articles R. 1321-6 à R. 1321-12 et R. 1321-42 du code de la santé publique.

Arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.

Arrêté du 2 juillet 2009 fixant les mesures de police sanitaires relatives aux EST ovines.

Arrêté du 2 juillet 2009 fixant les mesures de police sanitaires relatives aux EST caprines.

### ➤ Normes et certification

AFNOR 2003. NF X 50-110 Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise. AFNOR (indice de classement : X 50-110).

## CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2025) Avis relatif à une évaluation des risques sanitaires liés aux prions pour les consommateurs humains d'eau destinée à la consommation humaine en provenance de la prise d'eau superficielle de Sérignac-sur-Garonne. (saisine 2024-AST-0062). Maisons-Alfort : Anses, 85 p.

## ANNEXE 1

### Présentation des intervenants

**PRÉAMBULE** : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, intuitu personae, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

### RAPPORTEURS

M. Jean-Noël ARSAC - Chargé d'activité d'expertise scientifique et technique et Chargé d'activité de recherche - Anses - Maladies à prions.

M. Vincent BERINGUE - Directeur de recherche Laboratoire « Macroassemblages Pathologiques & Maladies à prion » - INRAE - Maladies à prion.

M. Jean CARRÉ - Retraité de l'EHESP - Hydrologie, hydrogéologie.

M. Christophe DAGOT - Enseignant Chercheur - Directeur de département - Université de Limoges - ENSIL - Traitement eaux usées, Assainissement, REUSE économie circulaire

Mme Fabienne PETIT – Professeur émérite - Université de Rouen - Environnement aquatique, risque microbiologique.

Mme Bénédicte WELTÉ - Retraitée Eau de Paris - Chimie des eaux, produits et procédés de traitement EDCH.

M. Jean-Yves GAUBERT - Responsable R&D – Eau du bassin rennais et Rennes Métropole assainissement – Constituants et contamination des eaux et des rejets, génie des procédés, produits et procédés de traitement des EDCH.

Mme Fabienne PETIT – Enseignant chercheur / Professeur – Université de Rouen / UMR CNRS M2C – Écologie microbienne.

## COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

---

■ CES « Eaux » – 4juin, 2 juillet, 10 septembre, 1er octobre 2024

■ Président

M. Gilles BORNERT – Chef de service – Groupe vétérinaire des armées de Rennes – Microbiologie, réglementation, situations dégradées, *water defense*.

■ Vice-présidents

Mme Catherine QUIBLIER – Mme Catherine QUIBLIER – Professeur Université Paris cité le – Museum National d'Histoire Naturelle – Écologie et toxicité des cyanobactéries planctoniques et benthiques, surveillance.

Mme Anne TOGOLA – Cheffe de projet de recherche – Bureau de recherche géologiques et minières (BRGM) – Micropolluants organiques, chimie analytique, eaux souterraines.

■ Membres

M. Jean-Luc BOUDENNE – Professeur – Université Aix-Marseille – Laboratoire Chimie de l'environnement – Métrologie des eaux, chimie et qualité des eaux.

M. Nicolas CIMETIERE – Maître de conférences HDR – École nationale supérieure de chimie de Rennes (ENSCR) – Analyse et traitement des eaux (EDCH, micropolluants organiques).

M. Jean-François COMMAILLE – Retraité – Traitement des eaux et des sous-produits.

M. Christophe DAGOT – Enseignant Chercheur - Directeur de département - Université de Limoges - ENSIL - Traitement eaux usées, Antibiorésistances, Assainissement, REUSE économie circulaire

Mme Sabine DENOOZ – Expert process et qualité de l'eau – La société wallonne des eaux – Produits et procédés de traitement de l'eau (EDCH), plans de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE), expertise technique.

M. Frédéric FEDER – Directeur de l'unité « Recyclage et risque » – Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) – Géochimie, transfert des contaminants eau/sol/plante, évaluation des risques environnementaux, analyses des eaux, sols et végétaux, reuse, REUT.

M. Matthieu FOURNIER – Maître de conférences HDR en Géosciences – Université Rouen Normandie – Hydrogéologie, hydrologie, EDCH, transfert et devenir des microorganismes dans l'environnement, modélisation, risques sanitaires.

M. Stéphane GARNAUD-CORBEL – Chargé de mission recherche « Eau, biodiversité et aménagement urbain » – Office français de la biodiversité (OFB) – Assainissement, gestion intégrée des eaux pluviales, traitement des boues, utilisation d'eaux non conventionnelles.

M. Johnny GASPERI – Directeur de recherche – Université Gustave Eiffel – Micropolluants organiques, eaux urbaines, eaux de surface, traitements des eaux usées.

M. Jean-Yves GAUBERT – Responsable R&D – Eau du bassin rennais et Rennes Métropole assainissement – Constituants et contamination des eaux et des rejets, génie des procédés, produits et procédés de traitement, réactions secondaires et sous-produits de désinfection, réseau de distribution, exploitation de services d'eaux.

M. Julio GONÇALVÈS – Professeur – Centre européen de recherche et d'enseignement en géosciences de l'environnement (CEREGE), Université Aix Marseille – Hydrogéologie, ressources en eaux, transfert de contaminants dans les nappes, modélisation, recharge.

M. Jean-Louis GONZALEZ – Chercheur habilité à diriger des recherches – Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) – Milieu marin, contaminants chimiques, spéciation, modélisation, échantillonnages passifs.

M. Jean-François HUMBERT – Directeur de recherche HDR – UMR BIOENCO, Institut de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), Paris – Microbiologie de l'eau dont cyanobactéries, écologie microbienne.

M. Frédéric JORAND – Professeur – Université de Lorraine-Faculté de pharmacie – Eaux destinées à la consommation humaine, biofilm, biocorrosion, eau minérales naturelles, thermalisme.

M. Jérôme LABANOWSKI – Chargé de recherche CNRS – Université de Poitiers - UMR CNRS 7285 IC2MP – École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers – Qualité des effluents, biofilm en rivière, sédiments, devenir des contaminants effluents-rivière.

M. Jérôme LABILLE – Directeur de recherche CNRS – Université Aix-Marseille – Devenir des contaminants dans les cycles de l'eau, exposition environnementale, vectorisation colloïdale, continuum homme terre mer, transfert en milieu, REUT, traitement de l'eau.

Mme Sophie LARDY-FONTAN – Directrice du laboratoire d'hydrologie de Nancy – Métrologie, chimie analytique, micropolluants, ultratracés, assurance qualité/contrôle qualité (QA/QC).

M. Rodolphe LEMEE – Professeur HDR à Sorbonne Université – Directeur du Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (LOV, UMR 7093 CNRS-Sorbonne Université – Écologie marine, écologie chimique marine, écotoxicité, microalgues nuisibles (HAB), phycotoxines, optimisation des stratégies d'échantillonnage et de dénombrement des microorganismes.

Mme Françoise LUCAS – Enseignant-chercheur – Université Paris-Est Créteil Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbaines (LEESU) – Virologie, écologie microbienne, indicateurs de contamination fécale, bactériophages, mycobactéries, virus entériques, eaux usées et pluviales.

Mme Julie MENDRET – Maître de conférences HDR – Université de Montpellier, Institut Européen des Membranes – Procédés membranaires, procédés d'oxydation avancée, couplage de procédés, élimination de micropolluants dans l'eau, réutilisation des eaux usées traitées.

M. Laurent MOULIN – Responsable du département recherche et développement, HDR – Eau de Paris – Microbiologie, virologie, traitements de désinfection, amibes.

M. Damien MOULY – Épidémiologiste, responsable d'unité, en charge de surveillance des épidémies d'origine hydrique – Santé Publique France – Risques infectieux, risques chimiques, PGSSE, épidémiologie, évaluation des risques sanitaires, surveillance, alerte.

Mme Fabienne PETIT – Professeur émérite – Université de Rouen / UMR CNRS M2C – Écologie microbienne.

Mme Pauline ROUSSEAU-GUEUTIN – Enseignante chercheuse en hydrogéologie – École des hautes études en santé publique (EHESP) – Hydrogéologie, hydrologie, transferts des contaminants, périmètres de protection de captage, PGSSE.

Mme Marie-Pierre SAUVANT-ROCHAT – Professeur – Université Clermont-Auvergne / Faculté de Pharmacie, Clermont-Ferrand – Santé publique et environnement, épidémiologie, évaluation de risques sanitaires.

Mme Mylène TROTTIER – Médecin-conseil – Institut national de santé publique du Québec – Prévention des risques professionnels liés aux nuisances en milieu de travail, épidémiologie, biostatistiques.

M. Sébastien WURTZER - Responsable du service de biologie moléculaire et pathogènes émergents – Eau de Paris - Virologie clinique et environnementale, biologie moléculaire, traitement de l'eau, évaluation du risque sanitaire, gestion du risque microbiologique.

## **PARTICIPATION ANSES**

---

### **Coordination scientifique**

Mme Estelle CHECLAIR – coordinatrice d'expertise scientifique – Unité d'évaluation des risques liés à l'eau (UERE) , Direction de l'évaluation des risques.

M. Thomas MIGNIEN – coordinateur d'expertise scientifique – Unité d'évaluation des risques liés aux aliments (UERALIM) – Anses.

### **Contribution scientifique**

M. Laurent GUILLIER – coordinateur d'expertise scientifique – UERALIM – Anses.

Mme Éléonore NEY – cheffe de l'unité des risques liés à l'eau – Direction de l'évaluation des risques.

Mme Anne NOVELLI – adjointe à la cheffe de l'unité des risques liés à l'eau – Direction de l'évaluation des risques.

Mme Karine TACK – cheffe de l'unité des risques liés aux aliments – Direction de l'évaluation des risques.

### **Secrétariat administratif**

Mme Séverine BOIX – Anses

ANNEXE 2 : LETTRE DE SAISINE DU 13 MAI 2024



**GOUVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

2024-AST-0062

Paris, le 19 avril 2024

**Direction générale de la santé**  
Sous-direction Prévention des risques liés  
à l'environnement et à l'alimentation

**Direction générale de la prévention des risques**  
Service des risques sanitaires liés à l'environnement,  
des déchets et des pollutions diffuses  
Sous-direction santé environnement, produits chimiques, agriculture

**Direction générale de l'alimentation**  
Service des actions sanitaires  
Sous-direction de la santé et du bien-être animal

Nos réf. :  
D-24-006150

Le Directeur général de la santé  
Le Directeur général de la prévention des risques  
La Directrice générale de l'alimentation

à

Monsieur le Directeur général  
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail  
Direction de l'Évaluation des Risques (D.E.R.)

**Objet :** Demande d'appui scientifique et technique au sujet des risques sanitaires liés aux prions dans le département du Lot-et-Garonne

**Réf. :** DGS EA4 N° 240005 (*numéro de dossier à rappeler dans toute correspondance*)

**PJ :** 3 : Courrier du Préfet de Lot-et-Garonne ; Plan de situation ; Résultats analytiques

Par courrier en date du 9 février dernier, le Préfet de Lot-et-Garonne a saisi la direction générale de la santé, la direction générale de l'alimentation, la direction générale de la prévention des risques au sujet des risques sanitaires éventuels, liés aux prions, encourus par les consommateurs d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) en provenance d'une prise d'eau superficielle située en Garonne, à 7 kilomètres en aval d'une entreprise d'équarrissage (cf. courrier du Préfet en annexe 1). Cette prise d'eau, en cours de réhabilitation, doit être mise en service avant l'été prochain, et le Préfet souhaite disposer de ces éléments d'appréciation avant de signer l'arrêté préfectoral de mise à disposition de l'eau en vue de la consommation humaine.

La prise d'eau dont il est question est implantée en rive gauche de la Garonne, sur la même berge que le rejet de la station d'épuration (STEP) de l'établissement d'équarrissage. Sept kilomètres et plusieurs méandres séparent le rejet de STEP du pompage EDCH (cf. plan de situation en annexe 2). Les analyses réalisées dans le cadre du dossier de demande de mise à disposition de l'eau en vue de la consommation humaine ne mettent pas en évidence d'impact microbiologique au droit du point de pompage (cf. résultats analytiques en annexe 3).

Le détail du contexte, le traitement appliqué aux matières entrantes dans l'usine d'équarrissage ainsi qu'aux rejets issus de celle-ci, le cadre réglementaire national applicable et les caractéristiques de la prise d'eau destinée à la consommation humaine et de la station de traitement associée sont décrits dans le courrier du

14 avenue Duquesne – 75350 Paris 07 SP - Tél. 01 40 56 60 00  
Tour Séquoia – 92055 Paris-La-Défense Cedex – Tél. 01 40 81 21 11  
251 rue de Vaugirard – 75732 Paris Cedex 15 – Tél. 01 49 55 49 55

Le traitement de vos données est nécessaire à la gestion de votre demande et entre dans le cadre des missions confiées aux ministères sociaux.  
Conformément au règlement général sur la protection des données (RGPD), vous pouvez exercer vos droits à l'adresse [dgs-rgpd@sante.gouv.fr](mailto:dgs-rgpd@sante.gouv.fr) ou par voie postale.  
Pour en savoir plus : <https://sante.gouv.fr/ministere/article/donnees-personnelles-et-cookies>

Préfet visé supra. Il convient de préciser que le traitement de stérilisation, selon les paramètres 133°C, 3 bars, 20 minutes, prévus dans l'arrêté préfectoral d'autorisation de l'équarrisseur daté de 2005, n'est pas opérationnel et que cette obligation de stérilisation des effluents a été levée à l'échelle nationale par l'arrêté du 25 avril 2008 modifiant l'arrêté ministériel du 12 février 2003.

L'Anses a été saisie à plusieurs reprises par ses ministères de tutelle pour statuer sur le risque sanitaire associé aux prions. Ces saisines ont donné lieu aux avis de septembre 2003 (2001-SA-0148), du 17 juillet 2007 (2006-SA-0329), du 19 mai 2010 (2009-SA-0288), du 3 février 2014 (2012-SA-0146) et du 10 décembre 2014 (2014-SA-0245). Une note d'appui scientifique et technique relative à l'évaluation de l'efficacité des produits biocides destinés à être utilisés pour la désinfection lors de dangers sanitaires prions a également été produite par l'Agence le 25 mai 2018.

Ces avis et rapports d'expertise apportent des éléments d'information sur l'efficacité sur le prion des produits biocides et des traitements appliqués par les entreprises d'équarrissage, sur l'infectiosité résiduelle des effluents d'équarrissage en sortie de station d'épuration et sur le risque inhérent en cas de réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures et sur la circulation des prions à l'échelle nationale, mais ne sont pas conclusifs sur la question des prises d'eaux superficielles situées en aval d'entreprises d'équarrissage. Aussi, nous souhaitons que l'Anses puisse préciser son expertise au regard de la situation rencontrée dans le Lot-et-Garonne, notamment sur les questions ci-dessous :

Question 1 : Au regard du comportement des prions dans l'environnement, est-il scientifiquement correct de considérer que le rejet des eaux issues de la STEP de l'entreprise d'équarrissage dans la Garonne génère une dilution qui conduit à une réduction du risque encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST) ? Si oui, à quelle hauteur ?

Question 2 : A l'instar de ce qui est allégué pour les effluents de STEP, peut-on considérer que l'étape de clarification réalisée en tête de station de production d'eau potable permet d'abattre l'infectiosité des EST de l'ordre de 99% ? En est-il de même pour les contacteurs à charbon actif mis en œuvre sur la filière de traitement ?

Question 3 : La note d'appui scientifique et technique du 25 mai 2018 mentionne que certains produits biocides (ozone, chlore voire hydroxyde de sodium), qui sont mis en œuvre sur la station de traitement d'eau potable, sont réputés réduire de plusieurs log<sub>10</sub> le titre infectieux des EST. Leurs conditions de mise en œuvre au sein des stations de traitement d'eau potable sont-elles de nature à permettre un abattement de cette infectiosité ? Si oui, à quelle hauteur ?

Question 4 : Au regard des réponses apportées aux questions 1, 2 et 3, une estimation du risque, basée sur l'adaptation de la méthodologie proposée dans l'avis du 19 mai 2010 (pages 22 à 25, méthodologie pour l'estimation du risque associé à l'épandage des effluents issus de STEP d'équarrissage), prenant en compte l'abattement réalisé au droit de la STEP de l'équarrisseur, l'effet éventuel de la dilution du rejet dans la Garonne et l'abattement produit par les différentes étapes de traitement mises en œuvre au sein de la station de production de Sérignac pourrait-elle être réalisée par l'Agence ?

Question 5 : Dans l'hypothèse où l'estimation du risque visée à la question 4 ne conclurait pas à un risque négligeable, quelles seraient les méthodes de traitement des eaux résiduaires de l'équarrisseur susceptibles de répondre de façon satisfaisante aux exigences de sécurité sanitaire ?

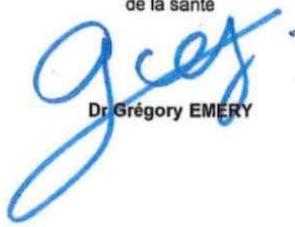
Au regard des impératifs de calendrier évoqués dans le courrier du Préfet de Lot-et-Garonne, nous vous demandons de bien vouloir examiner en urgence cette situation et de nous apporter les éléments de réponse avant le 20 mai prochain. Nos services se tiennent à votre disposition pour vous apporter toute information complémentaire et organiser, si le besoin s'en faisait ressentir, un échange avec les services de l'ARS et/ou de la DDETSPP de Lot-et-Garonne.

Le dossier est enregistré sous le numéro DGS EA4 N° 240005 et intitulé comme suit :

**Demande d'appui scientifique et technique au sujet des risques sanitaires liés aux prions dans le département du Lot-et-Garonne**

Cette expertise n'a pas été identifiée dans le programme de travail 2024 de l'Anses.

Nous vous remercions de bien vouloir nous transmettre votre proposition de contrat d'expertise comprenant notamment les modalités de traitement et de restitution des travaux.

Le Directeur général  
de la santé  
  
Dr. Gregory EMERY

P/Le Directeur général  
de la prévention des risques

L'adjoint

Patrick SOULÉ  
patrick.soule

Signature numérique de  
Patrick SOULÉ patrick.soule  
Date: 2024.04.18 17:28:57  
+02'00'

La Directrice générale  
de l'alimentation



Maud FAIPOUX

La Directrice Générale de l'Alimentation  
Maud FAIPOUX

**ANNEXE 3 : CARACTERISTIQUES DES CINQ PREMIERES METHODES DE TRANSFORMATION NORMALISEES DE SOUS-PRODUITS ANIMAUX PREVUES AU CHAPITRE III DE L'ANNEXE IV DU LE REGLEMENT (UE) N ° 142/2011**

Méthode	Taille maximale des particules	Températures min	Durées	Pression
1	50 mm	133°C	20 minutes	3 Bars
2	150 mm	100 °C 110 °C 120 C	125 min 120 min 50 min	-
3	30 mm	100°C 110°C 120	95 min 55min 13min	-
4	30 mm	100 °C 110 °C 120°C 130 °C	16 min 13 min 8 min 3 min	-
5	20 mm	80°C 100°C	120 min 60 min	-

ANNEXE 4 : COURRIER DU PREFET DU LOT-ET-GARONNE DU 9 FEVRIER 2024



Agen, le

09 FEV. 2024

Le Préfet de Lot-et-Garonne,

à

Monsieur le Directeur Général de la Santé  
Madame la Directrice Générale de l'Alimentation  
Monsieur le Directeur Général de la Prévention et  
des Risques

*Très signalé*

**Objet : Risques sanitaires liés aux Agents Transmissibles Non Conventionnels (ATNC) pour les prises d'eau potable situées en aval de rejets d'entreprises d'équarrissage.**

### 1. Contexte de la demande

Les unités de distribution (UDI) de l'agglomération d'Agen – Sérignac (5 774 habitants) et de l'Albret – Sérignac (2 304 habitants) sont alimentées en eau par un forage puisant l'eau du Jurassique. Au regard de la baisse régulière constatée depuis plusieurs décennies du niveau de cette nappe (i), de l'augmentation des besoins de l'Agglomération d'Agen (ii) et de la réorganisation de l'adduction en eau de ce territoire (iii), il a été décidé de réhabiliter la prise d'eau de Sérignac, puisant l'eau de la Garonne, en vue de l'utiliser comme ressource principale pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, et de conserver le forage de Sérignac en secours.

Cette prise d'eau est située à 7km en aval des rejets de la station d'épuration de l'entreprise ATEMAX qui est un établissement de collecte, de stockage, de manipulation ou de traitement des sous-produits d'origine animale C1/C2 et C3 au sens du règlement (CE) n°1069/2009.

Préalablement à la signature de l'arrêté préfectoral d'autorisation de la prise d'eau de Sérignac, je souhaite savoir si les connaissances scientifiques actuelles permettent d'écarter un éventuel risque sanitaire associé aux ATNC pour les consommateurs de l'eau destinée à la consommation humaine ou si des dispositions particulières doivent être envisagées pour prévenir ces risques.

### 2. Présentation de l'entreprise ATEMAX

L'entreprise ATEMAX traite des sous-produits animaux de catégorie C1, C2 et C3 sur trois lignes de traitement distinctes (Ets SOLEVAL pour la catégorie C3). L'ensemble des eaux souillées du site (en provenance des lignes C1, C2 et C3) ou ayant été en contact avec des matières premières ou avec des surfaces susceptibles d'être souillées par des matières premières sont dirigées vers la station d'épuration.

La capacité nominale de la station d'épuration est de 648 m<sup>3</sup>/j<sup>1</sup> pour 6 960 kg/j de DCO et 468 kg/j de NTK. Le traitement des effluents est le suivant : dégrillage des eaux résiduaires à 2 mm / dégraissage par aéroflottation et raclage en surface / traitement biologique avec des bassins d'aération, un bassin

<sup>1</sup> A titre de comparaison, le débit moyen interannuel de la Garonne sur Agen entre 2000 et 2023 est de 369 m<sup>3</sup>/s ; le débit est de l'ordre de 45 m<sup>3</sup>/s en étiage sévère (avec l'appui du soutien d'étiage).



d'anoxie, un bassin de dégazage et un clarificateur. Les eaux sont ensuite rejetées en rive gauche de la Garonne. Les dispositions prévues à l'article 35.1 de l'arrêté préfectoral d'autorisation<sup>2</sup> en date du 19 août 2005 ne sont actuellement pas mises en œuvre. Toutefois, il convient de préciser que l'arrêté préfectoral octroyait un délai d'application au 15 avril 2006 et que la réglementation nationale a été modifiée le 25 avril 2008 (cf infra). Cette dernière évolution réglementaire justifierait une démarche d'actualisation des prescriptions de l'arrêté préfectoral d'autorisation portant sur ce volet.

Les boues, graisses et refus de dégrillage issues du traitement des eaux usées sont ramenés en tête de la ligne de C1 et traités selon la méthode 3 (30 mm, T°C>100°C/95min puis T°C>110°C/55min puis T°C>120°C/13min) puis coïncinérés en cimenterie avec les autres sous-produits de catégorie 1. Pour leur part, les graisses issues du traitement C1 sont traitées en méthode 1. Les sous-produits traités par la ligne de traitement C2 sont traités selon la méthode 1 (50 mm, 133°C, 3 bars, 20 min). L'installation de traitement des effluents dispose d'une unité de stockage étanche, close et d'une capacité permettant de faire face aux aléas de fonctionnement du site. Ce bassin de confinement avait également vocation à recueillir les eaux traitées par la station d'épuration durant le samedi et le dimanche et pendant toute indisponibilité du dispositif de stérilisation qui n'a apparemment jamais été opérationnel.

### 3. Cadre réglementaire en vigueur à l'échelle nationale pour les ICPE soumises à autorisation sous la rubrique 2730 :

En 2008, après avis du Conseil Supérieur des Installations Classées (CSIC) en séance du 23 octobre 2007, une modification de la réglementation nationale des installations classées (arrêté du 25/04/2008 modifiant l'article 36 de l'arrêté ministériel du 12/02/2003) a notamment levé l'obligation d'un traitement thermique (133°C / 3bars / 20min) des effluents des établissements traitant des sous-produits de catégories 1 et 2.

Le dispositif de dégrillage de 6mm maxi est désormais le seul requis réglementairement pour traiter le volet sanitaire (prétraitement), en particulier lié aux ESST. Il est prescrit par le règlement (UE) n°142/2011 (annexe IV, ch I, section 2, § 4). Ce prétraitement est complété par le traitement des effluents en station d'épuration, conformément à la législation relative à la protection de l'environnement. De plus, les boues issues de ce traitement repassent dans le process de traitement des matières C1 (renvoi en tête de process C1 et destruction par co-incinération).

Un traitement thermique (133°C / 3bars / 20min) des effluents issus d'installations traitant des sous-produits de catégories C1/C2 n'est désormais requis qu'en cas de réutilisation des eaux usées traitées. A noter que, pour ce qui suit, la prise d'eau potable située à 7 km en aval du rejet d'ATEMAX ne relève pas d'une réutilisation directe des eaux issues de sa station d'épuration, ces dernières étant préalablement rejetées dans la Garonne.

### 4. Présentation de la prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne

La prise d'eau en Garonne (en cours de réhabilitation) prélèvera 270 m<sup>3</sup>/h dans le milieu naturel. Elle est implantée sur la parcelle 0883 section B de la commune de Sérignac-sur-Garonne. Les eaux brutes seront traitées dans une usine de traitement en cours de construction avec les étapes de traitement suivantes (cf. schéma récapitulatif de la filière de traitement en annexe 1) :

- Tamisage,
- Pré-acidification,
- Coagulation au PAX XL7/ floculation / décantation lamellaire,
- Inter-ozonation,

<sup>2</sup> L'article 35.1 de l'arrêté préfectoral d'autorisation de l'entreprise du 19 Août 2005 stipule : « Les dispositions suivantes sont applicables aux eaux résiduaires. A compter du 15 avril 2006, les installations devront : soit être équipées d'un dispositif permettant de garantir l'absence de rejet liquide ; soit assurer aux effluents liquides un autoclavage à 133°C pendant 20 minutes sous une pression de 3 bars sans interruption et être équipées d'un dispositif de filtration permettant de retenir les particules d'une taille supérieure à 10 µm ou de tout autre dispositif jugé équivalent, et respecter les normes de rejet fixées à l'article 35-2. »

- Adsorption dans un réacteur à charbon actif micro-grains fluidisé Carboplus µG,
- Filtration sur sable,
- Désinfection UV,
- Mise à l'équilibre calco-carbonique,
- Chloration finale.

La mise en service de la station de traitement est prévue courant mai prochain, après une phase d'essais qui débiteront courant février.

## 5. Éléments collectés sur l'évaluation des risques sanitaires liés aux ATNC

Préalablement à la présente saisine, les services de la délégation départementale de Lot-et-Garonne de l'Agence Régionale de Santé Nouvelle-Aquitaine et de la DDETSPP de Lot-et-Garonne ont procédé à un examen approfondi des avis des instances nationales d'expertise sur les ATNC.

Les principaux éléments d'appréciation recueillis sont issus de :

- l'avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments de septembre 2003 relatif aux risques sanitaires au regard de l'ESB liés aux rejets dans l'environnement des effluents et boues issus d'abattoirs et d'équarrissages [1],
- l'avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments en date du 19 mai 2010 relatif à l'évaluation des risques sur les effluents issus des établissements de transformation de sous-produits animaux de catégories 1, 2 ou 3 à des fins de réutilisation pour l'irrigation des cultures destinées à la consommation humaine ou animale [2],
- l'avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la gestion des Matériels à Risque Spécifiés (MRS) dans le cadre de la maîtrise des ESST en date du 10 avril 2014 [3],
- l'avis de l'Anses relatif à la question de l'épandage des boues et de la gestion du risque lié aux agents transmissibles non conventionnels (ATNC) en date du 3 février 2014 [4].
- l'avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments de du 17 juillet 2007 mentionnant une amélioration de la situation épidémiologique en matière d'ESB [5]
- Le compte-rendu de réunion du SCIC en date du 23 octobre 2007 [6]

Il ressort de l'analyse de ces rapports d'expertise que :

### 5.1. Concernant le risque infectieux lié aux effluents de STEP :

- l'analyse menée par les experts a permis « de révéler l'absence de données scientifiques concernant le devenir de l'infectiosité des ATNC lors du passage en station d'épuration et dans les rejets issus de ces stations » [1],
- « A la question des risques sanitaires liés à la consommation d'eau produite à partir de prises d'eau situées en aval d'établissements d'équarrissage, l'ensemble des considérations pour les abattoirs s'appliquent aux équarrissages avec les particularités suivantes :
  - la charge infectieuse totale entrante dans ces installations est nettement supérieure (du fait de l'incidence de cas d'ESB détectés en équarrissage est 30 à 40 fois supérieure à celle trouvés en abattoir et du fait que l'ensemble des MRS collectées en abattoir converge vers les équarrissages » [1]. Toutefois, il faut préciser que l'assiette de prélèvements est très différente entre les abattoirs (bovins nés avant 2002 et abattages d'urgence > 48 mois) et les équarrissages (tous les bovins > 48 mois). De plus, les MRS ont autant de contact avec les effluents en abattoir qu'en équarrissage,
  - « cette surcharge est en partie contrebalancée d'une part par l'application de traitements spécifiques à certains effluents considérés comme présentant un risque supérieur, et d'autre part par la présence de stations d'épuration dédiées et autonomes » [1].
- « En 2010, sur 13 établissements français traitant des sous-produits de catégories 1 et 2, 7 poursuivaient le traitement thermique des effluents (133°C / 20min / 3bars) » [2] mais la France n'a pas connu de cas d'ESB classique depuis mars 2016 ;

- « Les ATNC sont des agents infectieux qui sont parmi les plus résistants aux procédés classiques de décontamination. Les ATNC sont capables de persister dans l'environnement sans perdre leur pouvoir infectieux. Ils sont capables de persister dans l'environnement au minimum 16 ans » [2],
- Le compte-rendu de réunion du CSIC en date du 23 octobre 2007 fait état que le prion étant une protéine, il s'agglomère en molécules de plus de 6 nm [6] ;
- « Un nombre significatif de cas d'EST animales transite par les établissements de traitement des sous-produits d'origine animale des catégories C1 et C2. Le risque lié aux ATNC est significativement plus important au niveau des établissements qui traitent des C1 et concerne plus particulièrement les petits ruminants détectés par sondage » [2],
- Par contre, parmi les maladies individualisées dans le groupe des ESST, le nouveau variant de la Maladie de Creutzfeldt-Jakob (nvMCJ) en lien avec l'ESB classique est la seule qui soit considérée à l'heure actuelle comme une zoonose (source : cours de maladie contagieuses des écoles vétérinaires – septembre 2023)
- « Il n'y a à ce jour pas de preuve directe qu'une contamination liée à la présence d'ATNC dans les effluents traités ait eu lieu. Il convient cependant de signaler qu'il n'existe pas à ce jour de moyens techniques adaptés permettant de détecter la présence de ces agents ou de la protéine prion dans les effluents traités et/ou les boues » [2],
- « En l'absence de traitement thermique spécifique du prion (133°C / 20min / 3bars), le procédé d'épuration des eaux usées ne permet pas de garantir leur stérilité vis-à-vis des ATNC responsables notamment de la tremblante » [2], ce qui est à mettre en balance avec l'exigence sanitaire posée par la réglementation sous produits animaux (dégrillage de 6 mm).
- « L'ultrafiltration ne constitue pas une méthode reconnue d'élimination des ATNC prion. Il apparaît aujourd'hui que des formes solubles de la PrPsc (Protéine sous sa forme pathogène) sont fortement infectieuses » [2].

Au vu de ces différents éléments, les experts de l'Anses ont conclu qu'il n'était possible de réutiliser les effluents issus d'établissements de collecte, de stockage, de manipulation ou de traitement des sous-produits d'origine animale C1/C2 ayant été en contact direct ou indirect avec des matières à risque, pour l'irrigation des cultures destinées à l'homme ou aux animaux qu'à la condition qu'ils aient été épurés en STEP et traités thermiquement selon la méthode 1 : 133°C / 20min / 3 bars. [2].

Cette prescription est actuellement reprise dans l'ensemble des textes réglementaires ayant vocation à encadrer la réutilisation des eaux usées traitées<sup>3</sup>. Toutefois, comme indiqué précédemment, cette situation est différente de la problématique posée par la présente saisine.

- « Dans les abattoirs, les ateliers de découpe et les boucheries, l'infectiosité prion susceptible d'être disséminée dans le circuit des eaux usées provenant de ces établissements est considérée comme très faible » [4],
- « La réglementation régissant les ICPE soumises à autorisation sous la rubrique 2730 ne traite pas spécifiquement des risques associés aux EST et à leur persistance. Par conséquent, elle ne dicte pas de règles destinées à minimiser la dispersion de ces agents » [4],
- « L'essentiel du matériel infectieux susceptible d'être présent dans les effluents d'installations transformant des matériaux C1 se retrouve dans les boues des stations d'épuration auxquelles ces installations sont raccordées. De plus, les agents responsables des EST peuvent persister dans l'environnement durant des années » [4] ; pour rappel, ces boues font cependant l'objet d'un traitement type C1 sur le site d'équarrissage et sont ensuite co-incinérées en cimenteries,
- « A ce jour, le traitement de référence permettant une réduction de l'infectiosité prion est le traitement thermique 133°C / 3bars / 20min. Aucune méthode alternative n'est reconnue comme étant aussi efficace » [4],
- « Les procédés d'épuration des eaux usées ne permettent pas de garantir l'innocuité des effluents liquides issus d'installation transformant des matériaux de catégorie C1 vis-à-vis des agents responsables des EST » [4],

<sup>3</sup> A titre d'exemple, le décret du 29 août 2023 relatif aux usages et aux conditions d'utilisation des eaux de pluie et des eaux usées traitées indique que « sont exclues [du champ de la réutilisation] les eaux usées issues d'une installation de traitement reliée à un établissement de collecte, d'entreposage, de manipulation après collecte ou de transformation des sous-produits animaux de catégories 1 ou 2, à moins que ces eaux aient été préalablement traitées thermiquement à 133°C pendant 20 minutes sous une pression de 3 bars ».



5.2. Concernant la circulation des ATNC à l'échelle nationale :

- « Le statut de pays à « risque ESB négligeable » témoigne d'une situation particulière vis-à-vis de l'ESB jugée favorable » [3] (c'est à nouveau le cas pour la France depuis mai 2022). La liste des matières à risque spécifié (MRS) est donc encore plus allégée depuis août 2022 pour les bovins nés et/ou élevés et abattus en France, de même pour les ovins et caprins depuis juillet 2018,
- « Toutefois, l'existence de formes dites 'atypiques' d'ESB<sup>4</sup> et l'hypothèse que ces formes d'origine spontanée soient présentes dans de nombreux pays, y compris dans les pays à « risque ESB négligeable » paraît aujourd'hui de plus en plus crédible » [3].
- Par contre, parmi les maladies individualisées dans le groupe des ESST, le nvMCJ en lien avec l'ESB classique est la seule qui soit considérée à l'heure actuelle comme une zoonose ;
- « Dans le cas d'une éventuelle réémergence de l'ESB, les modèles développés par l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) évoquent des délais de 16 à 36 ans, avant qu'elle puisse être détectée de manière significative par les systèmes de surveillance au niveau européen » [3] ;
- « Un accroissement du risque de réintroduction des agents des EST dans la chaîne alimentaire des animaux de production est probable » [3] ;
- « Le statut de pays à « risque ESB négligeable » ne préjuge en rien de la situation concernant l'ESB atypique qui constitue aujourd'hui un des risques principaux en matière de maladies à prion bovines dans ces pays » [3].

5.3. Concernant le risque sanitaire pour les prises d'eau superficielles destinées à la consommation humaine situées en aval d'entreprises d'équarrissage :

Aucun élément conclusif n'a été identifié dans les avis supra quant à l'existence ou non de risques sanitaires pour les usages EDCH. Ce constat est le motif essentiel de la présente saisine.

## 6. Conclusion

Ainsi, malgré les recherches réalisées au niveau local, les services de l'ARS et de la DDETSPP ne peuvent statuer sur l'existence éventuelle d'un risque sanitaire pour les futurs consommateurs de l'eau destinée à la consommation humaine en provenance de la prise d'eau de Sérignac, et donc sur la nécessité de mettre en place un traitement complémentaire des effluents de l'entreprise ATEMAX, située 7 km en amont.

Aussi, je sollicite vos directions pour m'apporter les éléments d'appréciation utiles sur ces points.

La mise en service de la station d'eau potable étant envisagée sur la première quinzaine du mois de mai, je vous saurais gré de bien vouloir m'apporter une réponse dans les plus courts délais possibles et en tout état de cause d'ici la fin du premier trimestre 2024.

Dans l'éventualité où la nécessité d'un traitement thermique de stérilisation des eaux résiduaires serait requise, au regard du risque sanitaire, j'attire votre attention sur les difficultés à la fois techniques et juridiques pour imposer la mise en service d'un tel traitement à l'opérateur d'équarrissage.

Les services de l'ARS et de la DDETSPP se tiennent à votre disposition pour vous apporter toute information complémentaire.

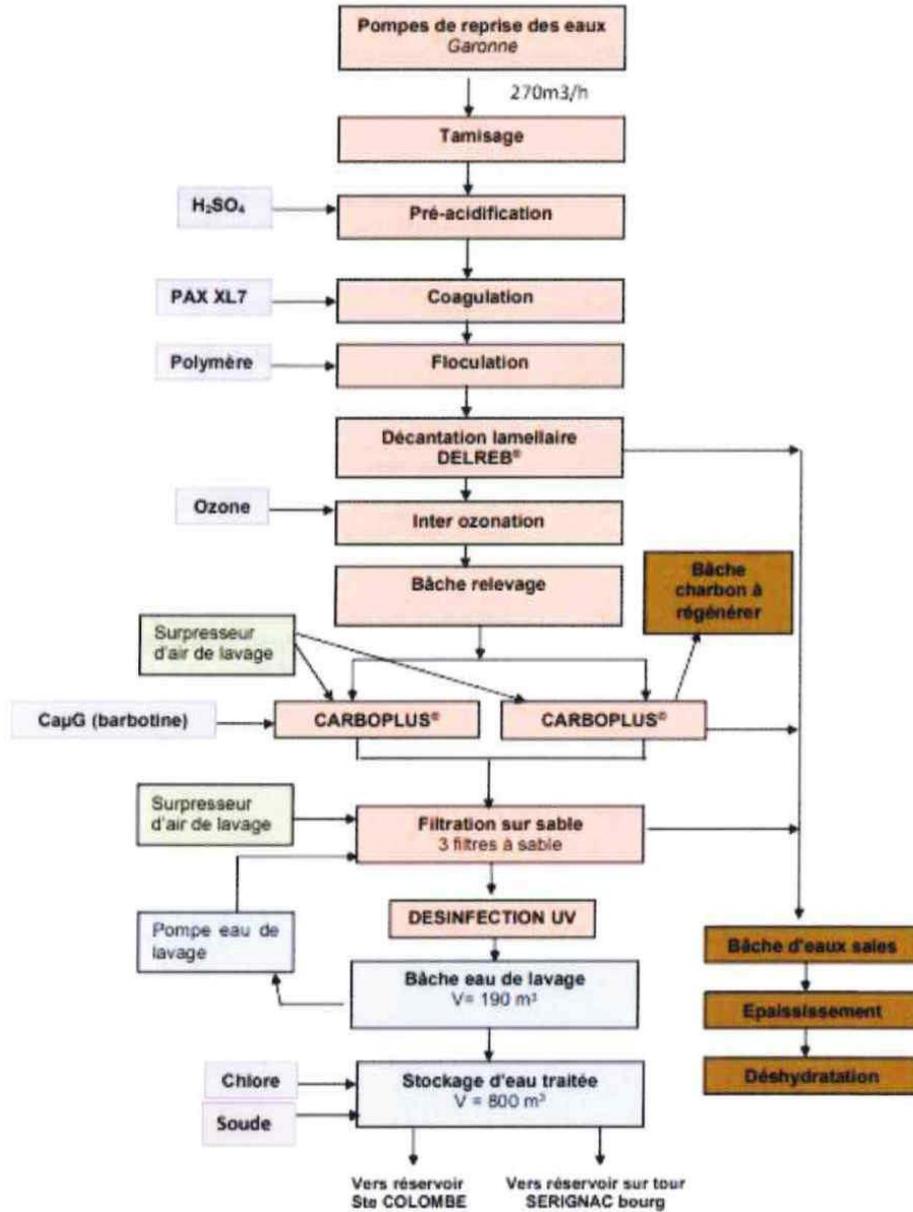
Le Préfet de Lot-et-Garonne

Daniel BARNIER

<sup>4</sup> En dehors de toute contamination alimentaire et sur des animaux âgés [12,5 ans en moyenne]



Annexe 1 : schéma de la station de traitement d'eau potable.



Annexe 2 :

tableau présentant les principales ESST ainsi que les espèces affectées et leur répartition géographique.  
(source : polycopié d'enseignement des ENV « les zoonoses infectieuses » septembre 2023)

	Nom	Espèce(s) affectée(s)	Répartition géographique connue
Maladie spécifiquement animale	Tremblante	Mouton et chèvre	Quasi-mondiale
	Encéphalopathie transmissible (ES) du vison	Vison	Elevages de visons nourris avec des aliments d'origine ovine
Maladies spécifiquement humaines	Maladie de Creutzfeldt-Jakob classique (MCJ)	Humains	Mondiale
	Syndrome de Gerstmann-Sträussler-Scheinker (SGSS)	Humains	Mondiale (rare)
	Insomnie fatale familiale	Humains	Mondiale (rare)
Zoonose	Encéphalopathie spongiforme bovine classique (ESBc)	Bovins	Sans doute mondiale
		Chat : ESS féline	GB, Suisse
		Animaux de zoos : Félins, koudou	GB, France
		Humainx : nvMCJ	232 cas connus : RU, France, autres pays d'Europe, Amérique du Nord, Japon, Moyen-Orient
Caractère zoonotique ne pouvant être écarté*	Maladie cachectisante chronique	Ruminants sauvages	Amérique du nord, expansion récente en Europe du Nord <sup>11</sup>
	ESS du dromadaire <sup>12</sup>	Dromadaire	Algérie

## ANNEXE 5 : GLOSSAIRE ET ACRONYMES

AMPA	: Acide aminométhylphosphonique
ARS	: Agence régionale de santé
ATNC	: Agents transmissibles non conventionnels
CES	: Comité d'experts spécialisés
CSIC	: Conseil supérieur des installations classées
CT	: Concentration en désinfectant multiplié par le temps de contact.
CWD	: <i>Chronic wasting disease</i> , maladie du dépérissement chronique
D	: Coefficient de dispersion, représentant les processus de dispersion et de diffusion du contaminant.
DBO <sub>5</sub>	: Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours
DCO	: Demande chimique en oxygène
DGAI	: Direction générale de l'alimentation
DGPR	: Direction générale de la prévention des risques
DGS	: Direction générale de la santé
DI <sub>50b</sub>	: Dose infectieuse infectant 50% des bovins exposés à cette dose
DI <sub>50m</sub>	: Dose infectieuse infectant 50% des macaques exposés à cette dose
DL <sub>50b</sub>	: Dose létale 50 % chez le bovin
EDCH	: Eau destinée à la consommation humaine
ESB	: Encéphalopathie spongiforme bovine
EST	: Encéphalopathie spongiforme transmissible
FVO	: Farines de viandes et d'os
MCJ	: Maladie de Creutzfeldt-Jakob, EST humaine
MRS	: Matériels à risque spécifiés. Ce sont les tissus les plus à risque chez un ruminant infecté par une maladie à prion, dont la liste est fixée par le règlement (CE) n°999/2001 (annexe V de ce règlement). Ces matières sont classées en catégorie 1 selon le règlement (CE) n°1069/2009 et sont retirées des carcasses en abattoir ou atelier de découpe (colonnes vertébrales) et détruites (sauf exception pour usage technique)
NFU	: Unité néphélométrique formazine, de la turbidité
NTK	: Azote total Kjeldahl
PAX XL7	: Polyhydroxychlorure d'aluminium, produit chimique de traitement de l'eau
PMCA	: <i>Protein Misfolding Cyclic Amplification</i> , technique <i>in vitro</i> d'amplification du prion
Prions	: Acronyme de <i>PROteinaceous INfectious particle</i> , agents pathogènes de nature exclusivement protéique responsables des encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST)
Prions adsorbés	: Prions s'adsorbant aux composés organiques et inorganiques de l'eau
Prions non adsorbés	: Prions n'étant pas en interaction avec ce type de composés (pouvant se retrouver seul ou agglomérés entre eux)
PrPC	: Forme normale (ou cellulaire) de la protéine du prion
PrPSC	: Forme pathologique de la protéine du prion
QMNA5	: Débit mensuel minimal annuel ayant la probabilité d'être observé une année sur cinq
SDAGE	: Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
STEU	: Station de traitement des eaux usées
U	: Loi uniforme
UDI	: Unité de distribution
v-MCJ	: Variante de la Maladie de Creutzfeldt-Jakob

**ANNEXE 6 : TONNAGES TRAITES PAR LES ENTREPRISES D'ÉQUARRISSAGE EN 2022 ET 2023 (D'APRES LA PIECE DU DOSSIER N° 19)**

**Tableau 4 : Entreprise d'équarrissage ATEMAX (en tonnes) (source : pièce du dossier n°19)**

Année 2022

Catégorie	Bovins			Ovins		Caprins		Porc	Volaille	Équins	Poissons	Divers	MRS	Total
	-48 mois	+48 mois	Non ATM	-18 mois	+18 mois	-18 mois	+18 mois							
C1	5672	7473	2884	3449	4195	239	553	3198	4546	991	303	8123	13390	55016
C2	-12 mois													
	341		766					2502	14255	460	377	1754		20455

Année 2023

Catégorie	Bovins			Ovins		Caprins		Porc	Volaille	Équins	Poissons	Divers	MRS	Total
	-48 mois	+48 mois	Non ATM	-18 mois	+18 mois	-18 mois	+18 mois							
C1	5122	8345	4921	3428	4444	266	572	2595	3280	934	386	5227	6605	46125
C2	-12 mois													
	984		1791					4938	8057	517	371	3828		20486

**Tableau 5 : Entreprise d'équarrissage SOLEVAL (en tonnes) (source : pièce du dossier n°19)**

Année	Tonnage C3 multi espèces	Tonnage sang multi espèces C3	Total
2022	36538	7771	44309
2023	37648	8360	46008

## ANNEXE 7 : DESCRIPTION DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USEES D'EQUARRISSAGE

La description de la station de traitement des eaux usées (STEU) d'équarrissage est établie grâce aux pièces du dossier n° 8 à 11, 18, 21 et 22. La STEU mise en œuvre est une station de traitement biologique à boues activées pour le traitement du carbone organique et la nitrification, et une zone d'anoxie centrale pour la dénitrification. Le schéma de fonctionnement est illustré à la figure 12.

L'ensemble des effluents des lignes C1, C2 et C3 ou ayant été en contact avec des matières premières ou avec des surfaces susceptibles d'être souillées par des matières premières, est mélangé et dirigé vers la STEU via un poste de relevage vers un dégrilleur d'entrefer 2 mm. Cet ouvrage permet de retirer les matières grossières et les refus sont renvoyés vers la ligne C1 (voir ci-après). Un bassin tampon de 150 m<sup>3</sup> permet une régulation des débits et de la charge (temps de séjour théorique d'environ 8h).

Des pompes alimentent ensuite un aéro-flottateur (dessableur-dégraisseur) de 8 m<sup>3</sup> permettant de capter les sables et les graisses, dirigés vers un épaisseur. Les eaux prétraitées sont recueillies dans un 2ème bassin tampon de 580 m<sup>3</sup> (temps de séjour théorique supérieur à une journée) et alimentent le bassin d'aération de 4 700 m<sup>3</sup> et le bassin d'anoxie (boucle de recirculation de la liqueur mixte à 150 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> correspondant à un taux de recirculation de 300 %), avec mélange des boues de recirculation issues du clarificateur. Les experts en déduisent un temps de séjour théorique de 10 jours (très important), une charge volumique de 0,76 kg DCO.m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup> et une charge organique de 0,25 kg/kg.J<sup>-1</sup>, correspondant à une moyenne charge.

Après dégazage, la liqueur mixte est clarifiée dans un clarificateur de 43 m<sup>2</sup> (vitesse de sédimentation théorique de 0,45 m.h<sup>-1</sup> sur débit moyen estimé). Une injection de polymère est effectuée pour précipiter le phosphore dans le clarificateur.

Les charges estimées d'après Moletta (2002), sont calculées dans le Tableau 6.

La pièce du dossier n°22 indique des charges mais sans unités : entre avril et juin 2024 les valeurs de DCO variaient entre 5000 et 26000 (sans doute mg.L<sup>-1</sup>), celles de DBO<sub>5</sub> entre 2500 à 12000 (sans doute mg.L<sup>-1</sup>), les MES variant de 1000 à 6200 (sans doute mg.L<sup>-1</sup>) et NTK 660 à 2900 (sans doute mg.L<sup>-1</sup>). **Le CES « Eaux » note qu'ainsi, entre avril et juin 2024, le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> était entre 1,5 et 2,3 ce qui correspond donc à une bonne biodégradabilité.**

Tableau 6 : Flux et concentration de pollution (source : pièce du dossier n°22) Les chiffres en italiques (colonne 4 à 7) représentent les estimations des charges de polluants à traiter (kg/J)

	Kg/t produit fini	mg/L effluent	Volume estimé (m <sup>3</sup> /tonne)	t/J	m3/J	charge (kg/J)
DBO <sub>5</sub>	5	3500	1,43	1589,04	461	1614
DCO	11	7800	1,41	3495,89	455	3551
MES	1	700	1,43	317,81	461	323
NTK	1,2	850	1,41	381,37	456	387
Ptotal	0,1	70	1,43	31,78	461	32
Graisses	1	700	1,43	317,81	461	323

Les eaux traitées sont comptabilisées et rejetées dans la Garonne.

Les boues sont épaissies (190 m<sup>3</sup>) (installation d'une presse à vis), centrifugées et renvoyées en C1 et traitées selon la méthode 3 (30 mm, T°C > 100°C/95 min puis T°C >110 °C / 55 min puis T°C > 120 °C / 13 min) puis co-incinérées en cimenterie avec les autres sous-produits de catégorie C1. Le CES « Eaux » signale que les graisses issues du traitement C1 et les sous-produits issus du traitement C2 sont traités par la méthode 1 (à atteindre : 50 mm, 133°C, 3 bars, 20 min). Un système de biofiltre a été installé pour le traitement des odeurs.

Des mesures de débit sont effectuées automatiquement en sortie, au niveau du 2ème relevage, de la recirculation des boues, de niveau dans les bassins tampon et l'épaississeur, et des prélèvements en sortie et ponctuellement dans le 2ème bassin tampon.

La capacité nominale fournie de la station est de 648 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup> pour 6 960 kg.j<sup>-1</sup> de DCO et 468 kg.j<sup>-1</sup> de NTK, ce qui est supérieur aux valeurs estimées. Les seuils de rejet sont, pour un rejet dans le milieu naturel<sup>24</sup> :

- température inférieure à 30°C ;
- pH compris entre 5,5 et 8,5 voire 9,5 s'il y a neutralisation alcaline ;
- modification de couleur du milieu récepteur ne dépassant pas 100 mg Pt/l ;
- DBO<sub>5</sub> (sur effluent non décanté: 100 mg/L pour un flux journalier maximal inférieur ou égal à 15kg/j et 30 mg/L si supérieur à 15 kg/J ;
- DCO (sur effluent non décanté: 300 mg/L pour un flux journalier maximal inférieur ou égal à 50 kg/j et 125 mg/L si supérieur à 50 kg/J ;
- azote global (Flux journalier maximal supérieur ou égal à 50 kg/j): 30 mg/L ;
- phosphore total (Flux journalier maximal supérieur ou égal à 15 kg/j) 10 mg/L.

L'installation dispose d'une unité de stockage étanche, close et d'une capacité permettant de faire face aux aléas de fonctionnement du site.

---

<sup>24</sup> Arrêté du 6 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre de la rubrique n°2740 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (incinération de cadavres d'animaux) JORF n°0139 du 19 juin 2018.

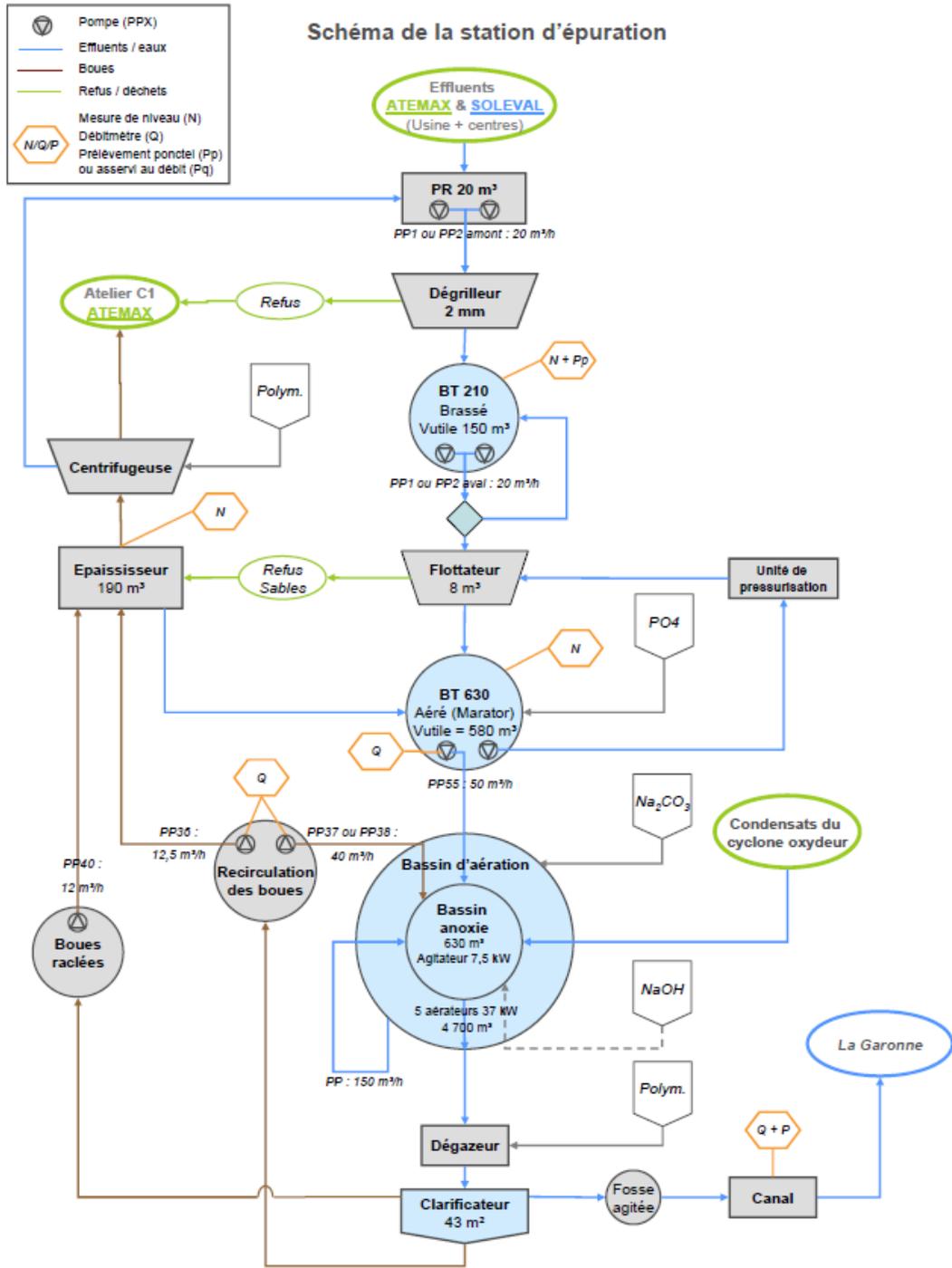


Figure 12 : Schéma de la STEU de l'équarrissage

## ANNEXE 8 : QUALITE DE L'EAU BRUTE ALIMENTANT LA PRISE D'EAU DE SERIGNAC-SUR-GARONNE

Des chroniques analytiques de la qualité de l'eau sont décrites dans la pièce du dossier n°6 Elles concernent les analyses de contrôle sanitaire sur trois prises d'eau situées sur la Garonne (Sivoizac, La Capelette et le Rouquet) en amont de l'établissement d'équarrissage sur la période 2012 à 2019. En plus, des résultats d'une campagne de mesure mensuelle, effectuée au niveau de la future prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne entre juin 2019 et mai 2020, ont été fournis (pièce du dossier n°3). Aucun résultat n'a été transmis pour 2020 sur les trois prises d'eau situées en amont, aussi il n'a pas été possible de les comparer sur cette période. Le Tableau 7 récapitule les analyses des prélèvements en amont et aval de la prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne. À noter que ces données ne sont pas récentes.

### ➤ Qualité physico-chimique

La pièce du dossier n° 6 indique que les eaux des trois prises d'eau amont sont de minéralisation moyenne, de qualité microbiologique rentrant dans l'ancienne catégorie A3 des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'EDCH, de l'arrêté du 11 janvier 2007. Aucun dépassement des valeurs limites des eaux douces utilisées pour la production d'EDCH n'a été observé.

Les résultats au niveau de la future prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne ont montré globalement une qualité d'eau physicochimique comparable à la qualité d'eau observée aux trois prises d'eau situées en amont (conductivité moyenne  $273 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , COT en moyenne de  $3,3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , TAC moyen  $11,4 \text{ }^\circ\text{F}$ , TH moyen  $13,1 \text{ }^\circ\text{F}$ ). On note néanmoins une pointe de turbidité à 900 NFU en mai 2020 jamais observée aux trois prises d'eau en amont (maximum observé 220 NFU à La Capelette).

### ➤ Micropolluants

Les résultats des analyses des micropolluants minéraux (As, Pb, Cu) sur les trois prises d'eau en amont et au niveau de la future prise d'eau sont tous inférieurs aux limites de qualité de l'EDCH.

Concernant les produits phytosanitaires analysés :

- sur les trois prises d'eau en amont, seuls des résultats concernant le glyphosate, l'AMPA, les métabolites du métolachlore ont été transmis à l'Anses :
  - les résultats pour le glyphosate peuvent atteindre  $0,44 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  à la prise d'eau de La Capelette (valeur moyenne  $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  sur cette prise d'eau et  $0,01 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  sur les deux autres prises d'eau) ;
  - l'AMPA est présent à des concentrations élevées et comparables sur les trois prises d'eau : à Sivoizac, moyenne à  $0,01 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  et maximum de  $0,44 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  ; à La Capelette, moyenne à  $0,08 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  et maximum de  $0,36 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  ; à Rouquet, , moyenne à  $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  et maximum de  $0,36 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  ;
  - Concernant les métabolites du métolachlore, les concentrations maximales retrouvées en métolachlore ESÀ étaient de  $0,47 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  à la prise d'eau de Rouquet (moyenne à  $0,11 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) et  $0,42 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de métolachlore OXA à la prise d'eau de la Capelette (moyenne  $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) ;
- Au niveau de la future prise d'eau :
  - des traces de métolachlore sont retrouvées systématiquement dans tous les prélèvements avec une pointe à  $1200 \text{ ng}\cdot\text{L}^{-1}$  en mai 2020. Le métabolite métolachlore ESA est systématiquement présent, notamment à partir de décembre 2019, à des concentrations voisines de  $0,2$  à  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (maximum à  $0,54 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  en mai 2020) ;

- les concentrations en métolachlore OXA sont plus faibles avec une moyenne à 0,078 µg.L<sup>-1</sup>.
- les autres produits phytosanitaires recherchés sont le diméthénamide (concentrations inférieures à la limite de quantification (LQ) à l'exception d'un résultat à 260 ng.L<sup>-1</sup> en mai 2020), le tébutam dont l'ensemble des résultats sont inférieurs à la limite de quantification de 5 ng.L<sup>-1</sup>, le glyphosate (résultats inférieurs à la LQ de 0,05 µg.L<sup>-1</sup> à l'exception d'un résultat à 0,26 µg.L<sup>-1</sup> toujours en mai 2020), l'AMPA (concentrations entre 0,06 et 0,663 µg.L<sup>-1</sup>) et le métaldéhyde (résultats toujours inférieurs à la LQ de 0,02 µg.L<sup>-1</sup> à l'exception d'une pointe à 0,46 µg.L<sup>-1</sup> également en mai 2020).

#### ➤ Microbiologie

Les moyennes de coliformes, *E. coli* et entérocoques de la future prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne sont comparables à celles de la station de Rouquet avec néanmoins une pointe en coliformes à 21 000 UFC.100mL<sup>-1</sup> jamais observée à la station du Rouquet (maximum à 9 300 UFC .100mL<sup>-1</sup>).

#### ➤ État écologique et hydrologique

La masse d'eau au droit du projet de la prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne est celle des alluvions de la Garonne. La qualité de l'eau de cette masse est en dégradation en raison du lessivage des coteaux conduisant à un apport de produits phytosanitaires. De plus, la nappe est sollicitée pour l'irrigation. Le site est d'autre part classé en mauvais état chimique et en bon état écologique (pièce du dossier n°7). Le site sur lequel l'usine de traitement devrait être implantée est classé en zone inondable avec un aléa inondation très fort.

L'état écologique global est classé moyen sur la station de mesure de La Magistère située à 35 km en amont de la prise d'eau de Sérignac.

**Avis de l'Anses**  
**Saisine n°2024-AST-0062**

**Tableau 7 : Tableau récapitulatif des analyses des prélèvements en amont et aval de la prise d'eau de Sérignac-sur-Garonne (extrait de la pièce du dossier n°6)**

Type	Paramètre	Unité	Dates de prélèvement																Moyenne prise d'eau nominée Sérignac aval	Limite de qualité eaux brutes toute origine	Limites de qualité eaux douces sup - Groupe A3		Limite de qualité (EDCH)	Séquence de qualité (EDCH)										
			06/06/2019	06/06/2019	11/07/2019	11/07/2019	04/09/2019	04/09/2019	-	27/09/2019	16/10/2019	16/10/2019	-	30/10/2019	-	04/12/2019	-	26/12/2019			-	25/01/2020			-	04/02/2020	-	25/02/2020	-	12/05/2020	-	27/05/2020	Moyenne	Valeur Guide
Mesures sur le terrain	pH sur le terrain	°C	7,85	-	8,24	8,3	8,92	8,64	-	8,87	7,99	7,99	-	7,83	-	8,07	-	8,16	-	8,1	-	8,15	-	7,82	-	8,25	-	8,24	8,2		5,5-9	8,24	26,5 et 2,9	
	Température de l'eau	°C	20,01	-	23,4	23	27,7	24,3	-	16,2	18,4	18,4	-	14,8	-	5	-	11,5	-	9,5	-	6	-	9,4	-	13,4	-	13,2	13,2	25,0	22,0	25,0	25	
	Turbidité	NFU	11,8	-	6,26	6,14	5,44	5,55	-	8,45	11	4,12	-	7,8	-	9,7	-	40	-	34,3	-	12,5	-	2,75	-	480	-	10,3	49,1				2	0,5
Analyses microbiologiques	Bactéries coliformes à 36°C	UFC/100 ml	3200	3600	600	400	-	-	-	130	700	2000	-	9600	-	2800	-	2200	-	20000	-	240	-	36	-	5700	-	420	400,5	50000,0	50000,0	0	0	
	Escherichia coli	UFC/100 ml	3200	3600	600	120	-	-	-	130	420	600	-	960	-	840	-	1320	-	3600	-	192	-	25	-	1890	-	130	1117,3	20 000,0	20000,0	0	0	
	Entérocoques (Streptococcus fécaux)	UFC/100 ml	26	11	8	9	-	-	-	-	34	36	-	15	-	320	-	290	-	150	-	26	-	8	-	360	-	4	165,1	30 000,0	10000,0	0	0	
Caractéristiques organoleptiques	Turbidité	NFU	9,5	1,3	8,9	2,8	2	2,25	-	9,9	1	5,4	-	29	-	16	-	38	-	30	-	16	-	1,6	-	900	-	3,1	81,2				2	0,5
	pH		8,01	8,02	8,19	7,79	8,69	8,45	-	7,82	8,69	8,48	-	8,04	-	8,15	-	8,11	-	8,13	-	8,13	-	8,21	-	7,81	-	8,18	8,1	5,5-9	8,1	26,5 et 2,9		
	Conductivité électrique brute à 20°C	µS/cm	218	216	246	317	248	250	-	238	215	211	-	253	-	291	-	290	-	325	-	323	-	324	-	250	-	267	273,5	1060,0	1060,0	280 à 1000		
Analyses physico-chimiques	Conductivité électrique brute à 25°C	µS/cm	242	240	272	352	275	277	-	264	238	234	-	280	-	322	-	17,2	-	360	-	358	-	360	-	277	-	297	279,8	1100,0	1100,0	2		
	Carbone organique total (COT)	mg/C	1,5	1,5	2	2,1	2,3	2,3	-	2,2	1,9	2,4	-	2,9	-	2,4	-	2,5	-	2,4	-	2,5	-	1,9	-	16	-	1,4	3,27	20,0	20,0	2		
	DB5	mg/O2	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	1,4	-	0,9	-	0,6	-	0,5	-	1,5	-	2	-	0,5	1,06	-7	30,0	30,0		
	DOC	mg/O2	-	-	-	-	-	-	-	8,4	-	-	-	-	-	6,8	-	7,3	-	10	-	11	-	13	-	8,3	-	6,9	15,67	-	5	15,67		
	Cyanures	mg/CN-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	
	TAC [Titre alcalimétrique complet]	°F	9,4	9,2	9,7	9,4	9,15	9,15	-	9,35	10,15	10,1	-	10,65	-	12,4	-	13,55	-	13,85	-	14,95	-	13,75	-	9,85	-	11,9	11,39					
	TH [Titre Hydrotimétrique]	°F	9,99	10,09	11,95	11,53	10,94	10,96	-	10,85	11,71	-	-	-	11,81	-	13,62	-	14,52	-	15,11	-	17,98	-	16,42	-	11,31	-	13,54	13,15				
	Indice phénol	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	0,10	0,01	0,10	2,5	
	Fluorures	mg/l	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	-	0,08	0,08	0,08	-	0,07	-	0,11	-	0,12	-	0,1	-	0,13	-	0,08	-	0,15	-	0,07	0,09	0,09	0,17-0,7			2,5
	Analyses des gaz	Couleur dissous	mg/O2	9,4	9,5	8,6	7,7	8,7	8,9	-	9	10,6	8,8	-	9,2	-	8,91	-	11	-	10,5	-	11	-	10,7	-	8,3	-	9,5	9,5				
Calcium dissous		mg/CaH	32,7	35,1	39,4	36,9	34,7	34,8	-	34	36,8	38	-	37,2	-	45,3	-	46,4	-	47,1	-	46,2	-	44,3	-	36,2	-	44,3	44,3	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ammonium		mg/NH4	0,06	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	<0,05	4,00	2,00	4,00	0,1	
Sodium		mg/Na+	5,6	5,5	11,4	10,4	11	10,9	-	9,7	10,4	-	-	-	6	-	6,8	-	6,1	-	8	-	9	-	9,4	-	6,3	-	7	7,9	200,0	200,0	4,00	0,1
Magnésium dissous		mg/Mg++	4,4	4,4	5,7	5,6	5,5	5,5	-	5,7	6,1	-	-	-	6,1	-	6,8	-	7,1	-	7,2	-	9	-	8,2	-	5,5	-	6	6,4				0,1
Anions	Bicarbonates	mg/NCO3	115	112	118	113	99	110	-	114	112	121	-	130	-	151	-	165	-	169	-	182	-	168	-	120	-	145	138,6	250,0	250,0	250,0	250	
	Sulfates	mg/SO4-	14,7	14,5	6,8	22,6	22,6	23,1	-	20,4	21,7	21,7	-	16,2	-	17,8	-	15,2	-	20,9	-	22	-	22,9	-	14,9	-	19,1	12,8	150,0	150,0	250,0	250	
	Chlorure	mg/Cl-	6,7	6,6	11,7	11,6	12,2	12,3	-	11,5	11,9	11,8	-	8,3	-	9,8	-	8,8	-	15,2	-	12,6	-	12,4	-	9,2	-	8,8	10,5	200,0	200,0	200,0	200	
	Nitrates	mg/NO3	6,1	6,1	4,4	4,3	5	5,3	-	4,7	4,8	4,7	-	8,2	-	12,1	-	12,9	-	14,1	-	14,2	-	12,2	-	15,3	-	9,4	9,3	50,0	50,0	50,0	50	
	Aluminium total	µg/Al	70	56	36	45	72	76	-	18	61	-	-	372	-	154	-	620	-	213	-	271	-	41	-	2130	-	58	339,3	300	300	300		
Métaux	Fer total	µg/Fe	49	41	29	43	54	56	-	40	99	-	-	263	-	112	-	490	-	384	-	159	-	37	-	3,22	-	12	136,69	1000,0	1000,0	200		
	Manganèse total	µg/Mn	<10	10	<10	14	<0,01	0,01	-	10	14	-	-	17	-	14	-	45	-	21	-	10	-	10	-	234	-	10	32,92	1000,0	1000,0	30		
	Arsenic	µg/As	1,88	1,87	3,49	3,67	2,97	2,92	-	2,73	2,3	-	-	1,86	-	1,28	-	1,66	-	1,47	-	1,2	-	0,92	-	3,35	-	1,43	2,0	100,0	100,0	100,0	30	
	Zinc	mg/Zn	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,01	5,0	5,0	5,0	5,0	
	Cadmium	mg/Cd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	0,005	0,001	0,005	0,005	
	Sélénium	mg/Se	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	0,02	0,02	0,02	0,02	
	Chrome total	µg/Cr	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	<0,005	0,05	0,05	0,05	0,05	
	Mercur	µg/Hg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	0,04	-	<0,01	<0,01	1,00	0,5	1,00	1,00	
	Cuivre	µg/Cu	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	<0,010	-	<0,010	-	<0,010	-	<0,010	-	<0,010	-	<0,010	-	<0,010	-	<0,010	<0,010	1,000	1,000	1,000	2	
	Plomb	µg/Pb	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-	-	<2	-	<2	-	<2	-	<2	-	<2	-	<2	-	14	-	<2	<2	50,0	50,0	50,0	2	
Amides	Métolchlor	µg/l	60	64	29	30	13	13	-	7	-	-	-	5	-	8	-	13	-	20	-	24	-	11	-	1200	-	68	11,3					
	Tebutani	µg/l	<5	<5	6	<5	6	6	-	6	-	-	-	5	-	5	-	5	-	5														

## ANNEXE 9 : FILIERE DE TRAITEMENT DE L'USINE DE TRAITEMENT DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE DE SERIGNAC-SUR-GARONNE

La description de la filière de traitement d'EDCH est établie grâce aux pièces du dossier n°3, 5, 6 et 7. La quantité d'eau prélevée dans la Garonne par la future prise d'eau de Sérignac sera de  $270 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  soit  $5\,500 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$ . La filière projetée aura une capacité de production de  $250 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

Le schéma de la filière de traitement est présenté en figure 13.

Afin d'optimiser le pH de coagulation, une pré-acidification, par injection de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (acide sulfurique) est réalisée en entrée d'une bache d'acidification dédiée, située en aval du tamisage. Le dosage d'acide est réalisé à l'aide de pompes doseuses d'acide sulfurique.

Les réactifs utilisés pour le traitement de coagulation/floculation/décantation seront un polyhydroxychlorure d'aluminium (permettant un réajustement de l'équilibre calco-carbonique plus facile), un floculant à un taux de traitement compris entre 0,1 et 0,2  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ . La décantation se fera dans un décanteur lamellaire classique. La vitesse de décantation sera de l'ordre de  $10 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$ .

À la suite de la décantation, un traitement d'affinage composé d'une étape d'ozonation et d'un traitement d'adsorption sur charbon actif (micro-grain) sera mis en œuvre. Un pH à 7,2 est prévu en sortie de décantation.

D'après les informations fournies dans les pièces du dossier, l'étape d'ozonation a pour objectif majeur de réduire la concentration en métabolites du métolachlore, d'oxyder le glyphosate et l'AMPA qui sont très sensibles à ce traitement. L'ozonation oxyde également les précurseurs de THM et élimine les molécules donnant un goût à l'eau.

Le taux de traitement prévu est de l'ordre de 1 à 2  $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$  avec un temps de contact de 10 minutes.

Le gestionnaire précise que le résiduel d'ozone sera nul en sortie du 1<sup>er</sup> compartiment et de 0,1 à 0,2  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  d'ozone en sortie du deuxième compartiment, ce résiduel d'ozone étant éliminé ensuite par la chute d'eau et le passage dans la bache de relevage en amont du réacteur à charbon actif.

L'eau passe ensuite dans un réacteur à charbon actif Carboplus®. Ce réacteur a une forte concentration en charbon actif fluidisé. La concentration en charbon sera de l'ordre de 10  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  et le temps de contact dans le réacteur sera compris entre 10 et 15 min. Ce type de réacteur permet d'éliminer les micropolluants organiques notamment les produits phytosanitaires. La forte capacité d'adsorption due notamment à la concentration élevée en charbon ainsi qu'au temps de contact très élevé dans ces réacteurs devrait permettre une bonne élimination également des métabolites notamment ceux du métolachlore.

Une fois cette étape d'affinage effectuée, l'eau passera à travers des filtres à sable afin de terminer la clarification. Trois filtres à sable (TE 0,95 mm) sont prévus avec une filtration de haut en bas et un lavage à contre-courant air/eau classique. La vitesse de filtration prévue est de  $6,2 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$  quand tous les filtres sont en service et  $9,2 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$  quand un filtre est en lavage. La turbidité prévue est 0,3 NFU en sortie des filtres à sable.

L'eau est ensuite désinfectée avec des UV basse pression à la dose de  $400 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ , dose classiquement utilisée en traitement d'EDCH comme dose désinfectante notamment sur les virus (Afssa 2009).

Ensuite, les étapes de traitement sont :

- une remise à l'équilibre calco-carbonique à la soude (hydroxyde de sodium), avec un taux de traitement simulé par la pièce de dossier n° 6 à  $27,64 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  dans le cas d'une

« qualité d'eau moyenne » et à 16,83 mg.L<sup>-1</sup> dans le cas d'une « qualité d'eau médiocre » ;

- une désinfection au chlore gazeux dans la bache de stockage de l'eau traitée avec un taux de traitement de 0,5 mg.L<sup>-1</sup> Cl<sub>2</sub> et un temps de contact asservi au débit de refoulement (2 à 5 h temps de contact).

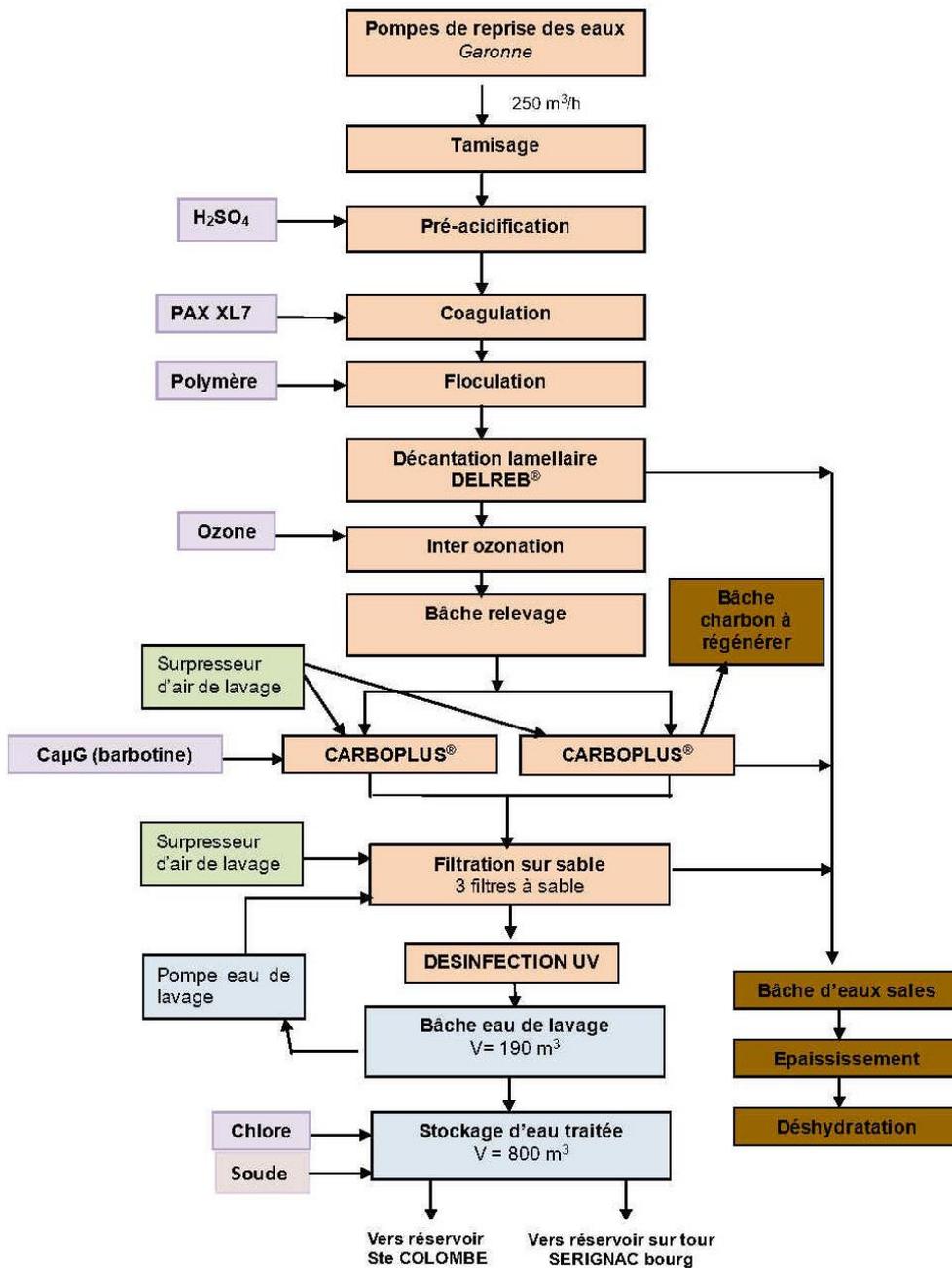
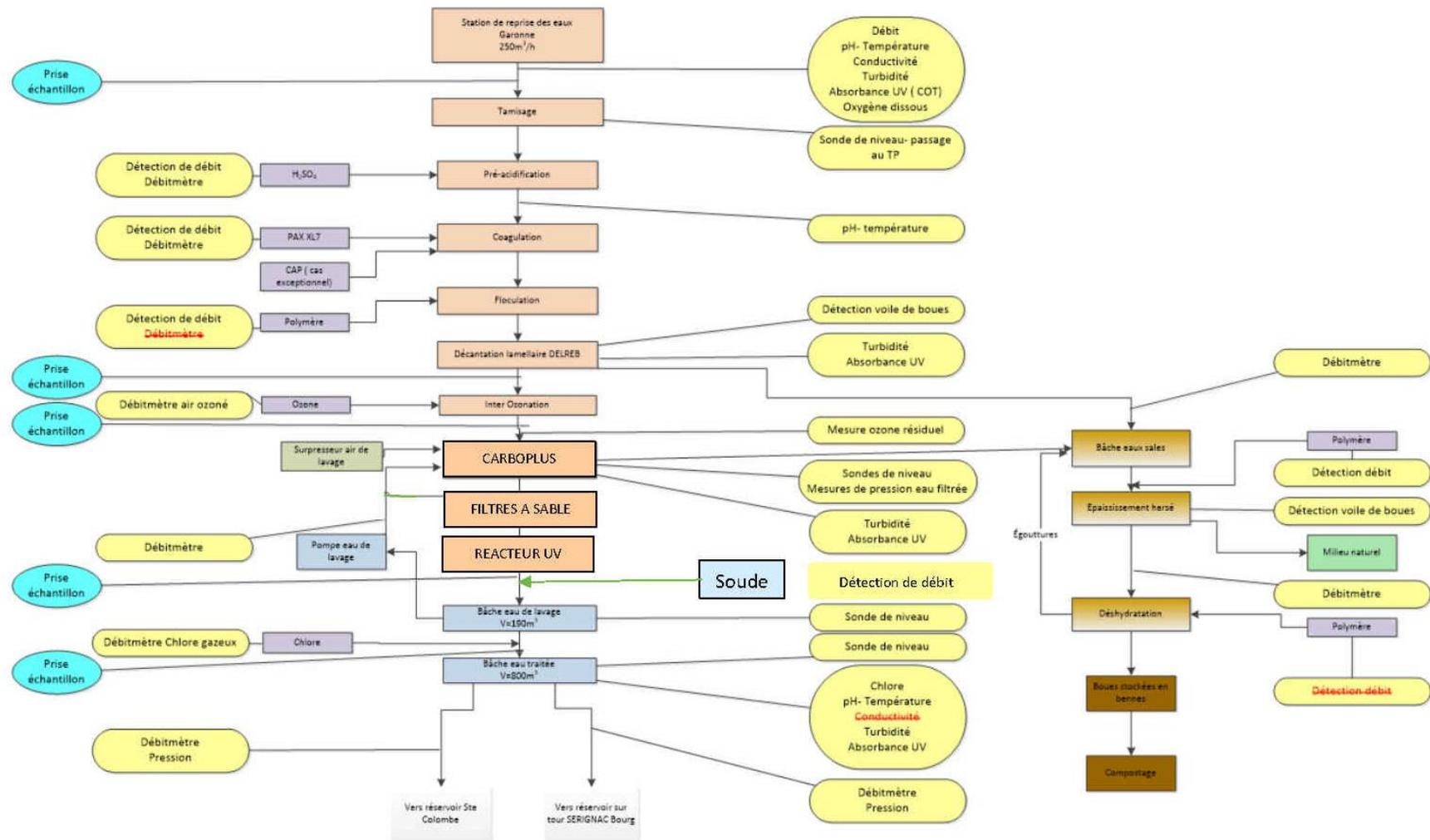


Figure 13 : Future filière de traitement de l'usine de Sérignac (Source : pièce du dossier n°6)

ANNEXE 10 : AUTOSURVEILLANCE PREVUE DE LA FUTURE DE TRAITEMENT DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE DE SERIGNAC-SUR-GARONNE (PIECE DU DOSSIER N°5)



## ANNEXE 11 : BOUES PRODUITES PAR L'USINE DE PRODUCTION D'EAU DESTINEE A LA CONSOMMATION HUMAINE

### ➤ **Boues du traitement d'EDCH**

Un tableau complet présent dans la pièce du dossier n°6 précise les volumes de boues potentiels à chaque étape du traitement.

Pour l'étape de clarification, le volume de boues est estimé à  $36 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$  avec  $182 \text{ kg MS} \cdot \text{j}^{-1}$  et une concentration de boues de  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ . La quantité totale de boues pour la filière de traitement est estimée à  $242 \text{ kg MS} \cdot \text{j}^{-1}$ .

Les eaux de lavage et les boues/eaux de lavage des filtres à sable, les boues du décanteur, les boues du réacteur à charbon, les eaux provenant de la déshydratation des boues, sont mélangées dans une bache et transvasées dans un épaisseur en amont duquel du polymère est injecté. La surverse de l'épaisseur doit être rejetée dans la Garonne en aval de la prise d'eau.

Puis, les boues épaissies sont centrifugées. Les experts considèrent que d'après le dossier, la siccité obtenue devrait être au minimum de 18 %. Les boues sont stockées sur une plateforme de compostage d'où elles partent sur trois sites (Durance, Le Boulon, Castelsarrasin).

## ANNEXE 12 : DEMARCHE DE L'AFSSA (2010) POUR ESTIMER DES ABATTEMENTS DU TITRE INFECTIEUX PRIONS

L'Afssa (2010) a réalisé une simulation de l'infectiosité prions dans les effluents liquides d'un établissement d'équarrissage transformant des sous-produits animaux C1. Pour cela, elle a étudié l'évolution de la quantité de prions contenue dans un encéphale de petit ruminant atteint de tremblante classique, au cours des principales étapes de transformation des sous-produits et de traitement de la STEU. Différents scénarios, avaient été investigués, du « pire » au « meilleur » cas.

Au vu des paramètres considérés par les experts en charge de l'expertise de cet avis de 2010, l'Afssa(2010) a estimé que :

- aucun abattement n'est attendu par la méthode n°3 de transformation des sous-produits ;
- les abattements suivants, pouvant se sommer le long de la filière de transformation et de traitement des effluents liquides, étaient possibles :
  - 2  $\log_{10}$  lors du passage des effluents par la grille de 6 mm ;
  - 2  $\log_{10}$  via l'adsorption des prions sur les boues ;
  - 3  $\log_{10}$  avec un traitement des effluents liquides par la méthode 1 (recommandée par l'Afssa (2010)).

Dans cette simulation de 2010, la résultante des abattements globaux (avec l'application de la recommandation du traitement des effluents liquides par la méthode 1) à la sortie de la STEU d'équarrissage était donc estimée, à 7  $\log_{10}$  pour les prions de la tremblante classique.

Le CES « Eaux » indique que le modèle développé dans le cadre de la présente expertise ne prend pas en compte les mêmes paramètres d'abattement liés à l'établissement d'équarrissage. En effet, la quantité de prions n'est pas intégrée sous forme de valeurs fixes mais par un intervalle de valeurs (à la fois en aval et en amont de grilles de 6 mm). Aussi, les abattements le long de la filière d'équarrissage sont différents. En adaptant la méthodologie de l'Afssa (2010) avec les fourchettes d'abattements précédemment estimés pour la filière d'équarrissage, le CES « Eaux » calcule les abattements moyens d'infectiosité des prions suivants :

- 1,15  $\log_{10}$  lors de la transformation d'équarrissage (moyenne de l'intervalle 0,3 à 2  $\log_{10}$ , soit 50 à 99 % d'abattement cf. § 3.3.1.3) ;
- 1,175  $\log_{10}$  lors du traitement de la STEU (moyenne de l'intervalle 0,15 à 2,2  $\log_{10}$  soit 30 à 99,4 % d'abattement cf. § 3.3.1.4) ;

De plus, en cas de traitement thermique des effluents liquides par la méthode 1 recommandation de l'Afssa (2010), un abattement possible de 3  $\log_{10}$  reste possible.

Aussi, en sommant ces valeurs, l'abattement global potentiel serait de 5,3  $\log_{10}$ .

**ANNEXE 13 : TABLE DES MATIERES**

<b>1.</b>	<b>CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>ORGANISATION DE L'EXPERTISE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.</b>	<b>Modalités de traitement de la saisine .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.</b>	<b>Méthode de l'expertise .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1.</b>	<b>Recherche bibliographique.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>Méthode de l'expertise .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.</b>	<b>Description du projet et de son environnement local .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.1.</b>	<b>Établissement d'équarrissage et sa station de traitement des eaux usées .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2.</b>	<b>La Garonne.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.3.</b>	<b>Caractéristiques hydrodynamiques du tronçon de la Garonne concerné par le projet</b>	<b>8</b>
<b>3.1.4.</b>	<b>Température de l'eau de la Garonne sur le secteur concerné par le projet .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.5.</b>	<b>Traitement et distribution des eaux destinées à la consommation humaine ...</b>	<b>10</b>
<b>3.2.</b>	<b>Identification du danger .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.1.</b>	<b>Généralités sur les prions et les encéphalopathies spongiformes transmissibles .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.2.</b>	<b>Souches de maladies à prions animales présentes en France .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.3.</b>	<b>Risque zoonotique des souches de maladies à prions animales présentes en France</b>	<b>15</b>
<b>3.2.4.</b>	<b>Quantification de l'infectiosité des prions .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.5.</b>	<b>Connaissances actuelles sur le comportement des prions.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.5.1.</b>	<b>Devenir des prions dans les eaux usées.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.5.2.</b>	<b>Persistance des prions dans l'environnement.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.5.3.</b>	<b>Devenir des prions dans les eaux naturelles .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.5.4.</b>	<b>Efficacité de la transformation et du traitement d'un équarrissage .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.5.5.</b>	<b>Efficacité du traitement des eaux destinées à la consommation humaine sur les prions</b>	<b>18</b>
<b>3.3.</b>	<b>Évaluation de l'exposition.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1.</b>	<b>Présence potentielle des prions dans les effluents rejetés par l'établissement d'équarrissage.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1.1.</b>	<b>Quantité initiale de prions associée au système nerveux central .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1.2.</b>	<b>Flux de contamination .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1.3.</b>	<b>Transformation à l'usine d'équarrissage.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1.4.</b>	<b>Station de traitement des eaux usées.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2.</b>	<b>Devenir des prions sur le tronçon de la Garonne concerné.....</b>	<b>23</b>

3.3.2.1.	État des prions .....	23
3.3.2.2.	Maintien de l'infectiosité.....	23
3.3.2.3.	Sédimentation .....	24
3.3.2.4.	Impact du débit de la Garonne au niveau du tronçon concerné.....	24
3.3.2.5.	Entrées pour le module « la Garonne » du modèle d'exposition.....	24
3.3.3.	Devenir des prions dans les eaux destinées à la consommation humaine produites et distribuées par l'usine de Sérignac-sur-Garonne.....	25
3.3.3.1.	Entrées pour le module « Production et distribution d'EDCH » dans le modèle	26
3.3.3.2.	Clarification (Coagulation/floculation/décantation).....	26
3.3.3.3.	Ozonation .....	27
3.3.3.4.	Sorties du module « Production et distribution d'EDCH » du modèle d'exposition.....	28
3.4.	Caractérisation du risque « prions » lié au projet local .....	28
3.4.1.	Réduction de la quantité de « prions » au niveau du module « équarrissage »	31
3.4.2.	Réduction de la quantité de « prions » au niveau du module « la Garonne » ..	32
3.4.3.	Réduction de la quantité de « prions » au niveau du module « Production et distribution d' EDCH » .....	33
3.4.4.	Estimation de l'exposition pour le consommateur d'EDCH .....	35
3.4.5.	Valeurs d'abattelements obtenus avec la démarche de l'Afssa (2010).....	37
3.5.	Hors champ de l'expertise : présence des prions dans les boues et impact sur l'environnement.....	38
3.6.	Conclusions et recommandations du CES « Eaux ».....	38
3.6.1.	Limites de l'expertise et hypothèses du CES « Eaux ».....	39
3.6.2.	Réponses aux questions de la saisine.....	39
4.	Conclusions et recommandations de l'Agence.....	43
ANNEXE 1 .....		53
ANNEXE 2 : Lettre de saisine du 13 mai 2024 .....		57
ANNEXE 3: CARACTERISTIQUES DES CINQ PREMIERES METHODES DE TRANSFORMATION NORMALISEES DE SOUS-PRODUITS ANIMAUX PREVUES AU CHAPITRE III DE L'ANNEXE IV DU LE REGLEMENT (UE) N ° 142/2011 .....		60
ANNEXE 4 : Courrier du Préfet du Lot-et-Garonne du 9 février 2024 .....		61
ANNEXE 5 : GLOSSAIRE ET ACRONYMES.....		69
ANNEXE 6 : TONNAGES TRAITES PAR LES ENTREPRISES D'EQUARRISSAGE en 2022 et 2023 (d'après la pièce du dossier n° 19) .....		70
ANNEXE 7 : DESCRIPTION DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USEES D'EQUARRISSAGE .....		71

ANNEXE 8 : QUALITE DE L'EAU BRUTE ALIMENTANT LA PRISE D'EAU DE SERIGNAC-SUR-GARONNE .....	74
ANNEXE 9 : FILIERE DE TRAITEMENT DE L'USINE DE TRAITEMENT DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE DE SERIGNAC-SUR-GARONNE .....	77
ANNEXE 10 : AUTOSURVEILLANCE PREVUE DE LA FUTURE DE TRAITEMENT DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE DE SERIGNAC-SUR-GARONNE (PIECE DU DOSSIER N°5) .....	79
ANNEXE 11 : BOUES PRODUITES PAR L'USINE DE PRODUCTION D'EAU DESTINEE A LA CONSOMMATION HUMAINE.....	80
ANNEXE 12 : DEMARCHE DE L'AFSSA (2010) POUR ESTIMER DES ABATTEMENTS DU TITRE INFECTIEUX PRIONS .....	81
ANNEXE 13 : TABLE DES MATIERES .....	82
ANNEXE 14 : SUIVI DES MODIFICATIONS DE L'AVIS .....	85

**ANNEXE 14 : SUIVI DES MODIFICATIONS DE L'AVIS**

Numéro de pages	Description de la modification
page 30	<p><u>Ajout d'une précision dans le tableau 2 :</u></p> <p>La deuxième ligne du module « Alimentation en EDCH » initialement « Coagulation, floculation, décantation » est modifiée en <b>Clarification (Coagulation, floculation, décantation)</b> ».</p>
pages 29 et 30	<p><u>Correction du numéro de tableau 2 et ajout du renvoi à la figure 10 :</u></p> <p>Les informations des deux dernières colonnes des lignes du tableau 2 relatives au débit du cours d'eau, à la clarification (Coagulation, floculation, décantation) et à l'ozonation, initialement remplies par « Évalué par scénario (Tableau 2) » sont modifiées par « Évalué par scénario (Tableau <b>3 et la figure 10</b>) ».</p>
page 41	<p><u>Correction des valeurs de l'intervalle d'incertitude de la valeur médiane d'exposition du § 3.6 Conclusions et recommandations du CES « Eau » :</u></p> <p>Les valeurs de l'intervalle d'incertitude de la valeur médiane d'exposition étaient erronées au niveau du § 3.6. Initialement indiquées « entre <math>3,00 \cdot 10^{-6}</math> et <math>4,50 \cdot 10^{-5} DI_{50m}</math> », elles y sont modifiées en « entre <math>3,00 \cdot 10^{-8}</math> et <math>4,60 \cdot 10^{-5} DI_{50m}</math> ».</p>
page 41	<p><u>Valeur de N recalculée suite à la ligne précédente :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La phrase initiale « Si l'on retenait l'hypothèse que l'Homme a la même susceptibilité au danger que le macaque, l'interprétation de ces résultats sur un plan statistique serait qu'un cas d'infection pourrait être observé si <b>22 000</b> consommateurs d'EDCH buvaient deux litres d'eau au moment du pic de contamination des eaux lié au traitement d'un cadavre de bovin contaminée » est modifiée en « Si l'on retenait l'hypothèse que l'Homme a la même susceptibilité au danger que le macaque, l'interprétation de ces résultats sur un plan statistique serait qu'un cas d'infection pourrait être observé si <b>21 739</b> consommateurs d'EDCH buvaient deux litres d'eau au moment du pic de contamination des eaux lié au traitement d'un cadavre de bovin contaminée<sup>23</sup> » ;</li> <li>• De même, la note de bas de page n°23, initialement « La relation entre la <math>DI_{50m}</math> et le nombre de personnes N nécessaires pour observer un cas d'infection peut être exprimée par la formule simplifiée suivante : <math>N=1/D</math> où D représente l'exposition maximale estimée à <math>4,50 \times 10^{-5} DI_{50m}</math>. Cela signifie que N, le nombre de personnes devant consommer cette quantité d'eau pour qu'une infection soit fortement probable (0,5), est de <b>22 222</b>. » est modifiée en « La relation entre la <math>DI_{50m}</math> et le nombre de personnes N nécessaires pour observer un cas d'infection peut être exprimée par la formule simplifiée suivante : <math>N=1/D</math> où D représente l'exposition maximale estimée à <math>4,60 \times 10^{-5} DI_{50m}</math>. Cela signifie que N, le nombre de personnes devant consommer cette quantité d'eau pour qu'une infection soit fortement probable (0,5), est de <b>21 739</b>. ».</li> </ul>