

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 27 mars 2020

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

**relatif à une demande en urgence d'appui scientifique et technique sur les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration urbaines durant l'épidémie de COVID-19**

---

*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 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 nécessaires 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 rendus publics.*

---

L'Anses a été saisie en urgence le 20 mars 2020 par le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (Direction Générale de l'Alimentation) et le Ministère de la Transition écologique et solidaire (Direction générale de la prévention des risques et Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature) pour une demande d'appui scientifique et technique portant sur les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration urbaines durant l'épidémie de COVID-19.

### **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

Dans le contexte actuel de l'épidémie de COVID-19, les services publics d'eau et d'assainissement s'interrogent sur les modalités de gestion liées à l'épandage des boues issues des stations d'épuration des eaux usées (STEU). En effet, l'avis de l'Anses relatif à une demande urgente sur certains risques liés au COVID-19 (Saisine n° 2020-SA-0037) mentionne une présence possible d'ARN viraux du SARS-CoV-2 (agent de la maladie COVID-19) dans les selles des sujets infectés. Le SARS-CoV-2 pourrait ainsi rejoindre les réseaux d'assainissement des eaux usées et être présent dans les boues issues de STEU qui sont valorisées via l'épandage.

Le SARS-CoV-2 fait partie de la famille des *Coronaviridae* et est classé dans le sous-genre *Sarbecovirus* (avis Anses n° 2020-SA-0037). Les coronavirus (CoV) sont des virus enveloppés avec un génome à ARN simple brin de polarité positive. Les virus enveloppés sont en général moins résistants dans l'environnement que les virus non enveloppés (nus), comme par exemple les entérovirus (OMS, 2020)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> OMS. 2020. Interim Guidance " Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus "

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), il n'y a, à ce jour, aucune preuve de la survie du SARS-CoV-2 dans les eaux usées (OMS, 2020). Toutefois, des coronavirus représentatifs des propriétés du SARS-CoV-2 ont montré qu'ils pouvaient rester infectieux dans les eaux usées pendant plusieurs jours (Casanova *et al.*, 2009). Il n'est donc pas totalement exclu qu'en situation épidémique, le SARS-CoV-2 soit présent dans les boues issues des STEU.

Dans ce contexte, il est demandé à l'Anses d'évaluer, sur la base des données disponibles :

1. le risque de propagation du SARS-CoV-2 *via* la valorisation agronomique sur les sols agricoles des boues d'épuration urbaines (ayant fait l'objet ou non d'un traitement) ;
2. l'efficacité des principaux traitements appliqués aux boues d'épuration, notamment ceux qui permettent de respecter les critères d'hygiénisation, au regard de l'éventuelle contamination par le SARS-CoV-2 ;
3. le cas échéant, il est demandé à l'Anses de préciser les modalités particulières de gestion qu'elle estimerait nécessaires pour obtenir un abattement suffisant pour limiter la contamination éventuelle des boues d'épuration épandues.

La production des boues de STEU en France est de plus de 1 millions de tonnes de matière sèche. Plus de 70% de ces boues sont valorisés en agriculture<sup>2</sup>, le reste est principalement incinéré.

Selon les éléments transmis, les périodes d'épandage des boues issues de stations d'épuration urbaines vont débuter prochainement. Les épandages de boues permettent un retour aux sols de la matière organique et des éléments fertilisants (notamment azote et phosphore) contenus dans les boues. L'épandage est la filière recommandée ces dernières années par les Agences de l'eau pour la valorisation des boues de STEU

La réglementation française définit les boues comme des déchets et fixe les prescriptions techniques et les règles applicables à leur épandage sur les sols agricoles (Décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997<sup>3</sup> ; arrêté du 8 janvier 1998<sup>4</sup>). L'arrêté du 8 janvier 1998 précise que les boues épandues doivent respecter des teneurs et des flux en éléments traces métalliques et en composés traces organiques. Des critères relatifs aux micro-organismes (virus, bactéries ou nématodes parasites) sont également définis à l'article 16 de l'arrêté du 8 janvier 1998 afin de qualifier le caractère hygiénisant des traitements appliqués aux boues.

Les boues destinées à l'épandage font, dans les STEU, l'objet d'un épaissement, d'un traitement de stabilisation (traitement bloquant au moins temporairement la fermentation, en diminuant le taux de matière organique et/ou en restructurant la boue). De plus, préalablement à l'épandage il est recommandé d'hygiéniser les boues. Cependant une certaine quantité de boue produite par des (petites) stations est épandue sans hygiénisation. Les traitements d'hygiénisation permettent d'atteindre les critères spécifiquement définis à l'article 16 de l'arrêté du 8 janvier 1998.

Selon les usages, des modalités réglementaires de gestion des risques sont associées aux épandages comme des distances minimales à respecter vis-à-vis de cours d'eaux ou d'établissement recevant du public ou de zone de loisirs, ou encore des délais de mise en culture des sols, voire de retour aux champs des animaux d'élevage.

Ces obligations sont fonction de la qualité des boues épandues et allégées si les boues ont été hygiénisées. Il convient notamment de stocker sur la parcelle objet de l'épandage uniquement la quantité de boue nécessaire, de privilégier le stockage en station d'épuration, et de respecter les délais entre épandage et pâturage (3 semaines pour des boues hygiénisées) ou récolte (10 mois pour des boues hygiénisées) précisés dans l'arrêté du 8 janvier 1998.

<sup>2</sup> Source site internet de la Fédération Professionnelle des Entreprises de l'Eau (FP2E) <https://www.fp2e.org/quel-avenir-pour-la-filiere-de-valorisation-des-boues-depuration/>, consulté le 25 mars 2020.

<sup>3</sup> Décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées

<sup>4</sup> Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées

Les dispositions de cet arrêté peuvent faire l'objet de recommandations complémentaires. Par exemple l'institut de l'élevage ne recommande pas d'épandre des boues urbaines non hygiénisées sur prairie (Institut de l'élevage, 2010).

Les propositions de préconisations faites par le syndicat des professionnels du recyclage en agriculture (SYPREA) visant à éviter la propagation du SARS-CoV-2 lors de la valorisation agronomique des boues sont jointes à cette saisine.

## **2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE**

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 a été conduite par la Direction d'évaluation des produits réglementés (DEPR) avec l'appui de la Direction des risques (DER) et la collaboration d'experts rapporteurs.

Les experts, la DEPR et la DER se sont réunis par visioconférence le 23 mars 2020 et ont échangés par voie électronique. Sur la base de ces échanges, un projet d'analyse et de conclusions a été rédigé par la coordination scientifique de la DEPR. Ce projet a été relu par les experts par voie télématique le 26 mars 2020 et le présent avis a été transmis à la Direction Générale de l'Anses le 27 mars 2020.

L'Anses a analysé 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 de l'Anses (<https://dpi.sante.gouv.fr>).

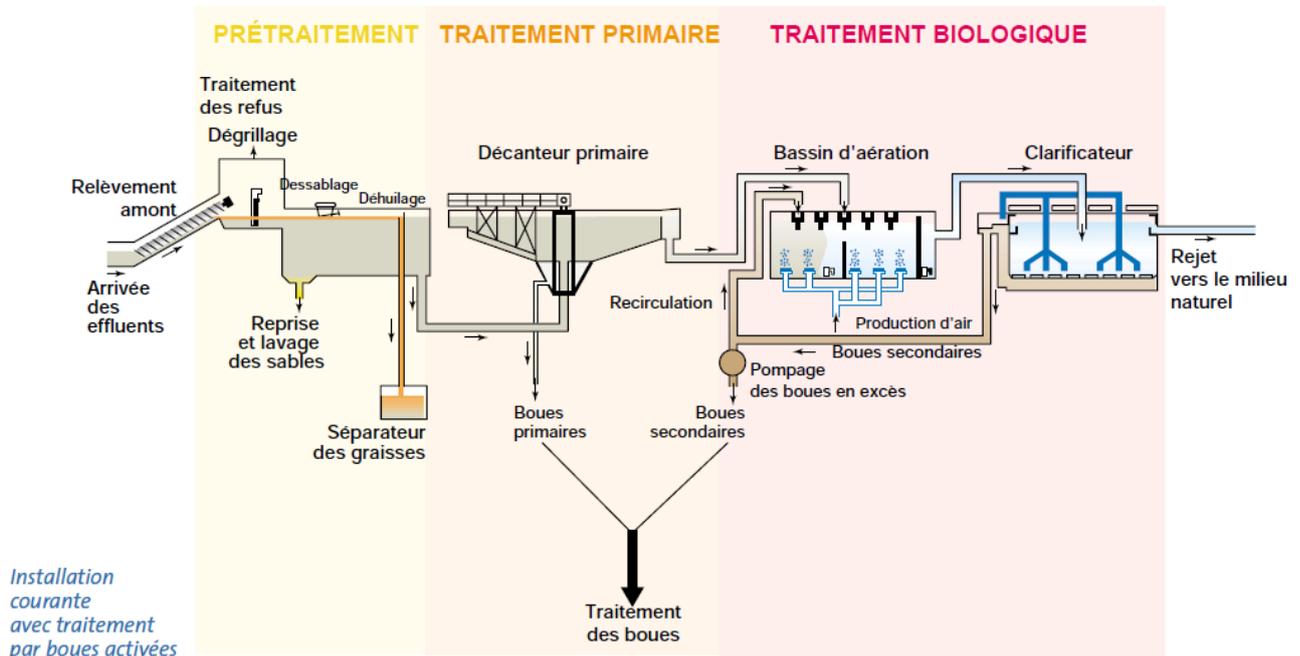
### **2.1. FILIERES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES ET DES BOUES**

#### **2.1.1. Procédés de traitement des eaux usées**

L'assainissement urbain collectif consiste à la collecte et à l'acheminement des eaux usées (domestiques et non domestiques) produites par l'activité humaine vers une STEU. Le traitement des eaux usées est l'ensemble des procédés physico-chimiques et biologiques visant à épurer ces eaux avant leur retour dans le milieu naturel. Ces traitements, réalisés en STEU, génèrent différents déchets dont les boues.

Le traitement des eaux usées fait appel à plusieurs types d'opérations unitaires : les prétraitements, les traitements primaires (décantation), secondaires (biologiques, lagunage ou cultures fixes) et tertiaires (traitement de l'azote et du phosphore). Les filières de traitement dépendent des conditions locales notamment du type d'eaux usées brutes, de la capacité de la STEU, de la qualité du milieu récepteur et des activités sensibles en aval.

Par exemple, la filière classique de traitement biologique des eaux usées est résumée dans le schéma ci-dessous (figure 1):



**Figure 1** : Schéma de la filière de traitement des eaux par voie biologique (Source INRS : le point des connaissances...sur le traitement des eaux usées fiche ED 5026 – 2014))

Dans le procédé de traitement des eaux usées, les boues primaires issues d'une décantation primaire située en tête de traitement, sont distinguées des boues secondaires, résultats de l'oxydation de la matière organique par des floccs bactériens (écosystème épurateur constitués de bactéries et de polymères), et purgées à la sortie du clarificateur, ouvrage de séparation liquide solide. Toutefois, les deux types de boues sont mélangés en vue de leur traitement et de leur valorisation tel que l'épandage. Le présent avis ne les distinguera pas. Ces boues sont épaissies, déshydratées, très souvent stabilisées, parfois hygiénisées, parfois séchées puis stockées avant évacuation.

Différents traitements (chaulage, compostage, digestion aérobie ou anaérobie, séchage thermique ou solaire...) peuvent ensuite être appliqués à ces boues avant valorisation agronomique ou incinération. Dans certaines petites stations et de façon très minoritaire, aucun traitement complémentaire n'est appliqué aux boues. Ces boues liquides sont simplement stockées dans un silo avant épandage.

Les petites stations privilégient l'épuration des eaux usées par des procédés extensifs comme le lagunage ou les filtres plantés. Les temps de séjour des boues dans ces systèmes sont très longs (de 10 à 20 ans).

Les objectifs du traitement des boues sont :

- de réduire la quantité par l'élimination de l'eau contenue dans les boues (90% d'eau initialement) et ainsi réduire le volume transporté ;
- de les stabiliser en stoppant l'activité bactérienne afin de limiter les odeurs ;
- et éventuellement de les hygiéniser afin de réduire les risques biologiques lors de l'épandage.

La France est dotée de 21 474 stations de traitement<sup>5</sup>. La majorité des STEU présente une capacité de moins de 2000 Equivalent Habitants (EH)<sup>6</sup>. Ces « petites STEU » ont donc des filières de traitements moins poussés que les STEU de taille importante.

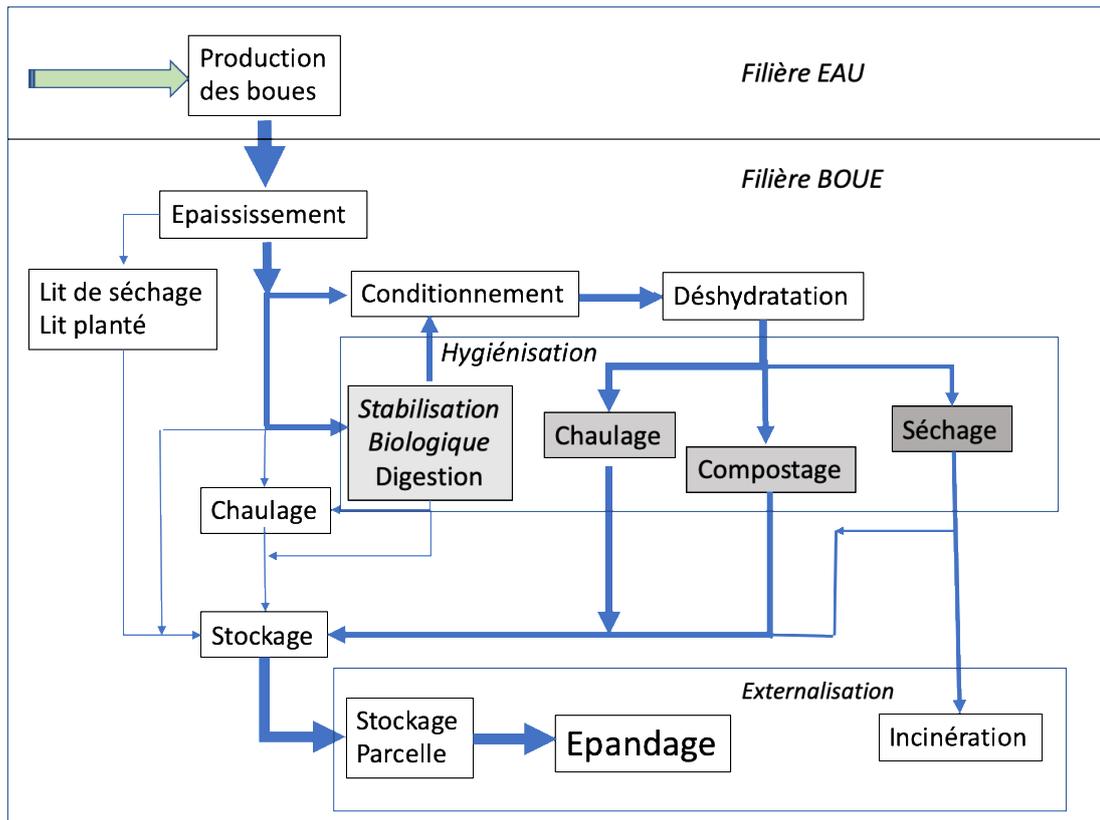
<sup>5</sup> Base de données BDERU du ministère chargé du développement durable - 2017

<sup>6</sup> EH : Equivalent-Habitant. L'EH est une unité de mesure définie en France par l'article R2224-6 du Code général des collectivités territoriales comme la charge organique biodégradable ayant une demande biologique en oxygène en cinq jours (DBO5) de 60 grammes d'oxygène par jour. Elle permet de déterminer facilement le dimensionnement des stations d'épuration en fonction de la charge polluante

## 2.1.2. Procédés classiques du traitement des boues

Le principe est d'agir sur la matière organique présente dans les boues, soit en bloquant sa fermentation (chaulage, séchage thermique ou solaire), soit en éliminant la matière organique biodégradable (digestion aérobie ou anaérobie), soit en éliminant totalement cette matière organique (incinération et co-incinération, pyrolyse et gazéification, oxydation avancée, acidification).

L'organisation de la filière de traitement des boues est fonction de la taille de la station et de la destination des boues traitées et peut se résumer selon la figure 2 ci-dessous :



**Figure 2 :** Synoptique du traitement des boues destinées à l'épandage. En grisé les traitements d'hygiénisation. L'épaisseur des flèches représente les flux de boue (non proportionnelle) (C. Dagot, 2020, non publié).

### **Digestion aérobie mésophile**

Il s'agit d'un procédé de stabilisation dans lequel la matière organique des boues est oxydée par voie biologique dans un bassin d'aération, à température ambiante. La réduction de la teneur en matière organique des boues dépend du temps de séjour, de la température et des caractéristiques des boues. Le temps de séjour des boues pour ce type de digestion, est compris entre 12 et 20 jours selon le type de boues à traiter et la température ambiante.

Il est à noter que le stockage aéré des boues n'est pas considéré comme une digestion aérobie mésophile et donc n'est pas considéré comme un traitement de stabilisation.

### **Digestion aérobie thermophile**

La digestion aérobie thermophile est un procédé dans lequel les boues épaissies et fermentescibles sont plus fortement aérées pour permettre aux réactions d'oxydations exothermiques d'amener le réacteur

isolé à des températures de 45 à 60°C. Ces températures, couplées à un temps de séjour assez long (2 à 8 jours) permettent l'élimination d'un certain nombre de micro-organismes pathogènes.

### ***Digestion anaérobie mésophile***

Dans ce procédé de stabilisation, la matière organique des boues est dégradée par l'intermédiaire de bactéries anaérobies mésophiles (dans le cas des installations les plus courantes) qui transforment la matière organique en méthane (65 à 70%) et en gaz carbonique (30 à 35%). Cette dégradation est réalisée dans un digesteur, dans lequel la température doit être maintenue aussi constante que possible (environ 35°C durant 20 à 30 jours) et un brassage du digesteur efficace sont des conditions importantes pour garantir une digestion performante). La digestion anaérobie mésophile n'a pas de propriété hygiénisante.

### ***Digestion anaérobie thermophile***

Ce procédé de stabilisation est comparable à la digestion anaérobie mésophile à l'exception de la température de digestion, comprise entre 50 et 60°C, pour un temps de séjour de 20 à 30 jours. La digestion anaérobie thermophile permet l'élimination d'un certain nombre de micro-organismes pathogènes.

### ***Conditionnement thermique***

Il s'agit d'un procédé préalable à la déshydratation des boues modifiant la structure colloïdale, dans lequel les boues sont placées à des températures de 180° à 200°C pendant 1/2h à une heure. Ce procédé de conditionnement permet l'élimination des micro-organismes pathogènes des boues.

### ***Chaulage***

Le chaulage (ajout de chaux vive ou éteinte) est un traitement de stabilisation et/ou d'hygiénisation des boues selon la dose de chaux appliquée. L'ajout de chaux nécessaire à une augmentation du pH jusqu'à 12 provoque également une augmentation de la température pouvant aller jusqu'à 60°C avec l'utilisation de chaux vive. Le temps de contact entre la chaux et les boues pour assurer l'hygiénisation de la boue est de l'ordre de 10 jours à pH 12.

### ***Compostage***

Le compostage est un procédé aérobique de transformation de la matière organique des boues déshydratées. Le processus de compostage résulte de deux phénomènes successifs. Le premier est une dégradation aérobique intense (phase de fermentation). Il s'agit essentiellement de la décomposition de la matière organique fraîche sous l'action des micro-organismes présents. La succession de flore mésophile puis thermophile induit une augmentation de température jusqu'à 50 à 70°C. Le deuxième phénomène de maturation se déroule à température plus basse (35 à 45°C) pendant plusieurs semaines.

### ***Séchage***

Le séchage thermique des boues, direct ou indirect, soumet les boues à des températures très élevées et permet leur déshydratation totale et leur hygiénisation.

Dans les procédés de séchage solaire, les boues sont placées en andain dans une serre type horticole et retournées périodiquement afin de les aérer, ce qui permet leur montée en température et de ce fait l'élimination d'un certain nombre de micro-organismes pathogènes.

Les lits de séchage, datant des années 70 sont actuellement remplacés par des procédés plus performants.

### Autres procédés

- Oxydation voie humide : Il s'agit d'un procédé de traitement des boues liquides où dans lequel les boues sont chauffées à haute température (250°- 300°C) sous une pression de 250 à 300 bars et sous oxygénation forcée. Les boues sont entièrement minéralisées et stérilisées.
- Acidification « aux nitrites » : Les boues sont traitées par adjonction d'acide sulfurique jusqu'à pH 2,5 – 3 et de nitrite de sodium induisant la stabilisation des boues et une élimination de germe.
- Lits plantés : Adaptés aux petites stations, les boues sont placées pendant plusieurs mois dans un lit planté de roseaux, minéralisées, stabilisées et partiellement hygiénisés.

### 2.1.3. Traitements hygiénisants : réglementation relative aux boues

L'arrêté du 8 janvier 1998 définit les boues hygiénisées comme les boues « ayant subi un traitement qui réduit à un niveau non détectable les agents pathogènes [*salmonella*, entérovirus et œufs d'helminthes pathogènes viables] présents dans les boues. Une boue est considérée comme hygiénisée quand, à la suite d'un traitement, elle satisfait les exigences définies pour ces boues à l'article 16 » repris ci-dessous :

- lors de la mise en service de l'unité de traitement, des analyses initiales en sortie de la filière de traitement démontrant son caractère hygiénisant, les concentrations suivantes devront être respectées : *Salmonella* < 8 NPP<sup>7</sup>/10 g matière sèche (MS) ; entérovirus < 3 NPPUC<sup>8</sup>/10 g MS ; œufs d'helminthes pathogènes viables < 3/10 g MS ;
- une analyse des coliformes thermotolérants sera effectuée au moment de la caractérisation du process décrite ci-dessus;
- les traitements d'hygiénisation font ensuite l'objet d'une surveillance se traduisant par la recherche et le dénombrement des coliformes thermotolérants, à une fréquence d'au moins une analyse tous les quinze jours durant la période d'épandage.

Les principaux facteurs intervenant dans l'efficacité des procédés d'hygiénisation sont le temps (pour tous les procédés), la température (digestion, stabilisation, compostage, chaulage à la chaux vive) et le pH pour le chaulage.

Par ailleurs une boue est dite hygiénisée lorsqu'elle a subi un traitement thermique ou basique (chaulage) qui, selon sa durée, aura conduit à un abattement logarithmique de 4 des micro-organismes pathogènes issus des fèces humaines (Elissade *et al.*, 1994).

## 2.2. EFFICACITE DES TRAITEMENTS APPLIQUES AUX BOUES VIS-AVIS DU SARS-COV-2 DANS LES BOUES

D'une manière générale, l'action inactivante des procédés de stabilisation varie considérablement en fonction du type de micro-organismes considérés et des procédés mis en œuvre. Certains permettent l'élimination d'un certain nombre de germes (voir ci-dessus). Les entérovirus (qui ne constituent qu'une faible partie de l'ensemble des virus entériques) ne présentent pas de résistance particulière vis-à-vis des traitements hygiénisants (Schwartzbrod, 2000).

Les différents traitements de boues peuvent avoir une influence plus ou moins importante sur les virus infectieux présents dans les boues selon leur durée d'application. Globalement, quatre facteurs semblent être à la base de l'inactivation des virus entériques au cours du processus de traitement : l'élévation de la température, la déshydratation, l'élévation du pH et l'action des micro-organismes (Afsset, 2009). En 2009, l'Agence avait estimé les traitements sur les boues efficaces contre les virus, notamment les

<sup>7</sup> Nombre le Plus Probable

<sup>8</sup> Nombre le Plus Probable d'Unités Cytopathiques

entérovirus. En particulier, les procédés thermiques ou conduisant à une montée en température (compostage, chaulage) peuvent être retenus. Cependant, les boues les plus liquides (boues fraîches, non hygiénisées) sont susceptibles de contenir une charge virale plus importante.

Les données sur l'inactivation du SARS-CoV-2 étant encore extrêmement parcellaires, l'estimation de leur résistance dans les boues et vis-à-vis des traitements est basée sur les données existantes sur d'autres virus.

En effet, des données existent pour d'autres coronavirus humains (SARS-CoV<sup>9</sup>, MERS-CoV) et d'animaux comme le MHV (Mouse hepatitis virus) qui est un CoV murin du genre  $\beta$ CoV, le CCoV (Canine Coronavirus) qui est un virus canin du genre  $\alpha$ CoV et finalement le TGEV (transmissible gastroenteritis virus) et le PEDV (Porcine epidemic diarrhea virus) qui sont des CoV porcins du genre  $\alpha$ CoV. Il existe également des données concernant les filovirus (virus Ebola) mais aussi des données concernant le phage Phi6 qui avait été proposé en tant que modèle de filovirus. En effet, les phages Phi6 sont des phages à ARN enveloppés.

Ainsi, il apparaît également pertinent de comparer la survie des virus précédents qui sont tous des virus enveloppés à des virus nus qui sont classiquement reconnus comme étant transmissibles par la voie féco-orale et vis-à-vis desquels les traitements hygiénisants ont été évalués. Parmi ces virus nus, la famille des *Picornaviridae* comprend des virus pathogènes classiquement retrouvés dans les eaux usées, les *Enterovirus* en font partie. Les phages ARN F-spécifiques (*Leviviridae*) et les coliphages somatiques sont aussi couramment utilisés comme indicateurs du comportement des virus nus pathogènes dans l'environnement.

Par extension, les virus enveloppés sont considérés moins résistants que les entérovirus, il peut être considéré que les traitements efficaces sur les entérovirus permettent un abattement significatif de la charge potentielle en SARS-CoV-2 dans les boues hygiénisées, voire, sous réserve d'une contamination initiale faible, rendent possible une élimination.

Il est à noter que l'estimation de l'inactivation des virus vis-à-vis d'un traitement ne peut se faire que par des données obtenues par culture cellulaire, méthode de référence pour établir le caractère infectieux des virus. Les données concernant le génome viral sont des indicateurs de présence des virus mais ne permettent pas de témoigner du caractère infectieux des virus et ne pourront donc pas être utilisées.

En effet, d'un point de vue pratique, la recherche d'entérovirus peut s'effectuer dans les boues par des approches de culture cellulaire même si l'analyse prend généralement plus de 5 jours. Les coliphages somatiques et les phages ARN F-spécifiques sont quantifiables par culture encore plus facilement en 24h. En revanche, la quantification de virus enveloppés par culture cellulaire est problématique puisque la plupart des protocoles d'extraction des virus de la matrice boue sont adaptés aux virus nus et non aux virus enveloppés, plus fragiles. En première intention, seules des recherches de génome pourraient être envisagées sur le SARS-CoV-2 mais ne donnant donc accès à aucune information sur le caractère infectieux. Certains protocoles d'élution ont été adaptés à la récupération du génome de virus enveloppés (Blanco *et al.* 2019) mais leur applicabilité aux analyses de boues reste à vérifier.

### **2.2.1. Résistance des virus à la chaleur**

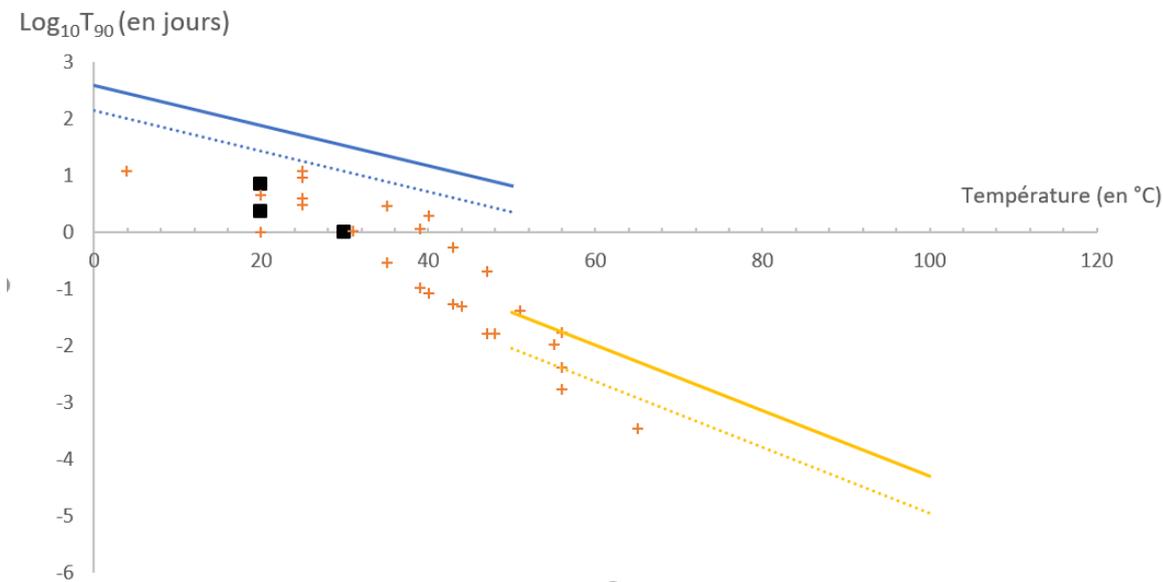
Une revue de la littérature sur la résistance thermique des virus nus dans des matrices simples et complexes a été réalisée par Bertrand *et al.* (2012). 573 données issues de publications ont été étudiées pour aboutir à un modèle linéaire décrivant le temps nécessaire pour diminuer de 90% le titre viral initial (T90) en fonction de la température. La plupart des données concerne les virus de la famille des *Picornaviridae* et des *Leviviridae*. Les mécanismes d'inactivation en dessous et au-dessus de 45-50°C sont différents, y compris pour les CoV (Laude *et al.*, 1981).

<sup>9</sup> Considéré comme le SARS-CoV-1 en comparaison avec le SARS-CoV-2 (agent de la maladie COVID-19).

Deux modèles linéaires différents sont donc établis, l'un pour les faibles températures (< 50°C) et l'autre pour les plus fortes températures (> 50°C). Le modèle linéaire représentant l'inactivation moyenne sur l'ensemble des virus nus et le modèle représentant les virus nus les plus résistants (coliphages somatiques) sont illustrés sur la figure 3. Il s'agit de la résistance thermique intrinsèque estimée dans des milieux simples (milieux de culture, eau stérile).

L'ensemble des données de thermo-inactivation des CoV a été reporté sur le même graphique. Ces données concernent là encore des milieux simples (eaux usées pasteurisées, milieux de culture, tampon). Il apparaît clairement que la survie des CoV pour des températures < 50°C est très inférieure à celle des virus nus. Pour des températures > 50°C, les données montrent une résistance comparable ou inférieure. Wang *et al.* (2004) montrent que la nucléocapside du virus SARS-CoV est très rapidement dénaturée à 55°C, ce qui rend ce virus très sensible aux températures supérieures.

Des données d'inactivation d'autres virus enveloppés comme les filovirus ou le phage phi6 sont aussi ajoutées sur la figure 3 (C. Gantzer, 2020, non publié).



**Figure 3 :** Inactivation des virus nus (traits pleins et pointillés) et des CoV (croix orange) ou autres virus enveloppés comme le phage phi6 et les filovirus (carrés noirs) en fonction de la température dans des milieux simples (milieux de culture, tampons, eaux usées pasteurisées). Les traits sont adaptés des modèles décrits par Bertrand *et al.* (2012) pour les faibles températures (< 50°C en bleu) et pour les fortes températures (> 50°C en jaune). Les traits pleins correspondent au modèle d'inactivation des virus les plus résistants (PhiX174, coliphages somatiques) et les traits pointillés correspondent à l'inactivation moyenne des virus nus. T90 : temps au bout duquel le titre viral initial chute de 90% en jours.

Les données sur les CoV (croix orange) concernent le virus de Berne, le TGEV, le MHV, le SARS-CoV et le MERS-CoV (Quist-Rybachuk *et al.*, 2015 ; Leclercq *et al.*, 2014 ; Darnell *et al.*, 2004 ; Rabenau *et al.*, 2005 ; Casanova *et al.*, 2010 ; Casanova *et al.*, 2009 ; Laude, 1981 ; Weiss *et al.*, 1986). Les données d'inactivation du phage Phi6 et des filovirus sont représentées en carrés noirs (Casanova *et al.*, 2015 ; Bibby *et al.*, 2015 (a) ; Piercy *et al.*, 2010).

A titre d'exemple, la figure 3 montre que l'élévation de la température augmente l'inactivation de tous les virus. Ainsi à 5°C le log<sub>10</sub> (T<sub>90</sub>) des CoV est proche de 1,2. Le T<sub>90</sub> est donc proche de 16 jours. A 40°C le log<sub>10</sub> (T<sub>90</sub>) est proche de 0. Quarante pourcents du titre viral initial est inactivé en 1 jour. De plus, on note qu'aux températures <50°C les CoV sont plus sensibles que les virus nus. A température élevée, les CoV présentent une sensibilité équivalente aux virus nus.

Par ailleurs, la matrice boue va modifier l'inactivation des virus par rapport à un milieu liquide. Dans le contexte des boues, des phénomènes d'hydrolyse, d'acidogenèse, d'acétogenèse, ou encore de méthanogenèse vont pouvoir accentuer l'effet de la température (Zhao *et al.*, 2019). La présence

d'ammoniaque, par exemple, va diminuer la survie des virus sachant que ce facteur touchera plus significativement les virus à ARN que ceux à ADN double brin (Decrey *et al.*, 2015).

Le temps moyen pour perdre 3 unités logarithmiques en virus nus dans les boues ou les eaux usées à des températures entre 10°C et 37°C est souvent supérieur à 20 jours en particulier pour des virus à ADN (Schwartz *et al.*, 2019 ; Fongaro *et al.*, 2018 ; Feng *et al.*, 2003). Pour des virus nus pathogènes, un abattement moyen de 2 log est obtenu par digestion anaérobie mésophile après 21 jours. Il est en moyenne de 4 log pour une digestion anaérobie thermophile pour cette durée (Sassi *et al.*, 2018 ; Pepper *et al.*, 2010).

Le virus Ebola est rapidement éliminé dans les eaux usées après 24h (Bibby *et al.*, 2015 (a)). Il en est de même pour le phage Phi6 (bactériophage à ARN enveloppé, proposé comme modèle pour étudier la survie du virus Ebola dans le système de traitement des eaux usées (Bibby *et al.*, 2015 (b)) puisqu'une diminution de 5 log en 48h ou de 7 log en 72h est observée à 30°C (Casanova and Weaver, 2015). Dans le contexte de digestion aérobie mésophile, on obtient plus de 6 log d'inactivation pour phi6 en 21 jours (inactivation totale). *A fortiori*, il est aussi totalement inactivé lors d'une digestion aérobie thermophile (Sassi *et al.*, 2018).

**Dans les boues, les virus enveloppés de type phage phi6 montrent une plus grande sensibilité à la chaleur par rapport aux virus nus. L'inactivation des phages phi6 est de plus de 6 unités logarithmiques dans les conditions standard de digestion anaérobie mésophile ou digestion anaérobie thermophile.**

## 2.2.2. Résistance des virus à pH basique

Le coronavirus canin (CCoV) est stable à pH 10 pendant 1 heure à 4°C mais l'inactivation est de plus de 7 unités logarithmiques lorsque la température atteint les 25°C (Pratelli *et al.*, 2007). A pH 11 l'inactivation est de plus de 4 unités logarithmiques en 1 heure quelle que soit la température.

Le coronavirus porcine PEDV semble stable pour une gamme de pH entre 6 et 9 lorsque le temps de contact ne dépasse pas 1 heure (Quist- Rybachuk *et al.*, 2015 ; Hofmann and Wyler, 1989). L'inactivation s'accélère significativement dès que le pH et le temps de contact augmentent. Six unités logarithmiques d'inactivation sont observées en 120 min. à pH 9,2 lorsque la température atteint 40°C. Les 6 unités logarithmiques sont atteintes en 15 min. à une température de 48°C. A pH 10, 2 unités logarithmiques d'abattement sont obtenues en 6 heures dès 4°C (Hofmann *et al.*, 1989). L'inactivation est de plus de 5 unités logarithmiques à pH 9 en 6 heures à 37°C. Le T90 du PEDV à pH 9,2 est de 27 min. à 40°C, 18 min. à 44°C et 4 min. à 48°C (Quist-Rybachuk *et al.*, 2015). A pH 10,2 ces T90 sont respectivement de 14, 8 et 1 min pour ces mêmes températures.

Les valeurs sont du même ordre pour le SARS-CoV puisque 5 unités logarithmiques d'inactivation sont obtenues en 1 h à pH 12 pour des températures allant de 4 à 37°C. A pH 9, ce n'est qu'à 37°C que l'inactivation est de 1 unité logarithmique en 1 heure.

**Pour des pH supérieurs à 12, il est donc possible d'envisager des abattements des coronavirus de plus de 4 unités logarithmiques en 1 heure, surtout si la température peut atteindre les 40°C.**

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

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a été saisie le 20 mars 2020 par le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (Direction Générale de l'Alimentation) et le Ministère de la Transition écologique et solidaire (Direction générale de la prévention des risques et Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature) pour évaluer en urgence les risques éventuels liés à l'épandage de boues d'épuration urbaines dans un contexte de leur contamination possible par le virus SARS-CoV-2 (agent de la maladie COVID-19).

Il était plus précisément demandé à l'Agence de se prononcer sur le risque de propagation du virus SARS-CoV-2 *via* la valorisation agronomique sur les sols agricoles des boues d'épuration urbaines (ayant fait l'objet ou non d'un traitement), l'efficacité des principaux traitements appliqués aux boues d'épuration, notamment ceux qui permettent de respecter les critères d'hygiénisation, au regard de l'éventuelle contamination par le SARS-CoV-2 et, le cas échéant, de préciser les modalités particulières de gestion que l'Agence estimerait nécessaires pour obtenir un abattement suffisant permettant de limiter la contamination éventuelle des boues d'épuration épandues. L'analyse est limitée à l'assainissement collectif.

Il convient de rappeler que les conditions d'épandage des boues sont encadrées sur le plan réglementaire, en particulier par l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées. Cet arrêté précise les exigences réglementaires en ce qui concerne notamment, la conception et la gestion des épandages, la qualité des boues et les précautions d'usage et les modalités de surveillance ainsi que les exigences à respecter pour qu'une boue soit considérée hygiénisée.

Les annexes de cet arrêté précisent les teneurs limites en éléments-traces métalliques et en composés-traces organiques dans les boues, les distances d'isolement minimales en fonction de la nature des activités à protéger, les délais de réalisation des épandages, les fréquences d'analyses des boues, les méthodes de préparation d'échantillonnage et d'analyse, notamment pour les éléments-traces métalliques, les composés-traces organiques et les microorganismes ainsi que le format de la synthèse annuelle des registres de suivi.

#### **Recommandations concernant les boues ayant subies un traitement considéré hygiénisant (arrêté du 8 janvier 1998) produites au cours de la période épidémique**

Dans le cadre décrit ci-dessus et en s'appuyant sur l'ensemble des données analysées, sur l'avis du HCSP du 17 mars 2020<sup>10</sup> et de l'OMS du 19 mars 2020<sup>11</sup>, il est possible de conclure que la contamination par le SARS-CoV-2 devrait être faible à négligeable dans les boues ayant subi un traitement hygiénisant, au regard de l'efficacité des traitements (compostage, séchage thermique, digestion anaérobie thermophile et chaulage). Les exigences réglementaires actuelles garantissent notamment le bon fonctionnement des procédés hygiénisants de traitement des boues et le respect des critères d'hygiénisation avant leur retour au sol. Un renforcement des contrôles de ces procédés de traitement, comme présentés ci-après, devrait toutefois être mis en œuvre afin d'assurer le caractère effectif de ces traitements :

- enregistrement du suivi des températures dans le cas de la digestion anaérobie thermophile et du séchage ;
- enregistrement journalier du pH dans le cas du chaulage ;
- enregistrement du suivi des températures et des retournements dans le cas du compostage ;

<sup>10</sup> HCSP - Avis du relatif à la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 par la ventilation et la gestion des effluents des patients COVID-19 - 17 mars 2020

<sup>11</sup> OMS - Interim Guidance " Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus ", 19 mars 2020

- et, pour l'ensemble des traitements, doublement de la fréquence des analyses microbiologiques prévues à l'article 16 de l'arrêté du 8 janvier 1998 et notamment celle de la surveillance des coliformes thermotolérants (*E. coli*) ;
- pour les travailleurs lors de l'intervention dans les STEU et pour les utilisateurs au moment de l'épandage : porter des équipements de protection individuelle appropriés (HCSP, 2020). Le port d'EPI doit être associé à des réflexes d'hygiène (ex : lavage des mains, douche en fin d'activité) et à un comportement rigoureux (ex procédure d'habillage/déshabillage). Il est à noter que les équipements de protection collective sont à mettre en œuvre avant ceux relatifs à la protection individuelle.

**Recommandations concernant les boues ayant subi un traitement considéré comme non suffisamment hygiénisant**

Les lots pour lesquels le caractère hygiénisant du traitement appliqué ne serait pas démontré devront, soit être hygiénisés à nouveau de manière effective, soit être considérés comme des boues n'ayant pas subi de traitement considéré hygiénisant.

**Recommandations concernant les boues n'ayant pas subi de traitement considéré hygiénisant (arrêté du 8 janvier 1998) produites au cours de la période épidémique**

Pour les travailleurs lors de l'intervention dans les STEU : porter des équipements de protection individuelle appropriés (HCSP, 2020). Le port d'EPI doit être associé à des réflexes d'hygiène (ex : lavage des mains, douche en fin d'activité) et à un comportement rigoureux (ex procédure d'habillage/déshabillage).

En ce qui concerne les boues n'ayant pas subi de traitement considéré comme hygiénisant (digestion anaérobie mésophile, stabilisation aérobie mésophile) et produites à partir d'effluents collectés en situation épidémique, une contamination par le SARS-CoV-2 ne peut être exclue selon les données actuellement disponibles.

De plus, les informations sont insuffisantes pour renseigner le maintien ou non, et l'évolution au cours du temps, du pouvoir infectieux des coronavirus dans ces boues. Selon l'avis du HCSP, le risque de transmission majoritaire du SARS-CoV-2 concerne les voies respiratoires. Ainsi, la préoccupation majeure concerne l'exposition aux aérosols et aux poussières susceptibles d'être émis au cours de l'épandage et de l'enfouissage des boues non hygiénisées.

**Les connaissances actuelles indiquent un abattement de la teneur en certains virus en fonction du temps et de la température<sup>12</sup>. Cependant, les informations sur la persistance du SARS-CoV-2 dans les boues non hygiénisées restent insuffisantes pour permettre de proposer avec précision une période d'application de cette mesure après la fin de l'épidémie.**

**En conséquence, et compte tenu du niveau d'incertitude actuel sur la présence potentielle et le niveau d'infectiosité de SARS-CoV-2 dans les boues n'ayant pas subi de traitement hygiénisant et produites au cours de la période épidémique, il n'est pas possible de définir avec précision une période de stockage au-delà de laquelle le SARS-CoV-2 pourrait être inactivé. En conséquence, l'Agence recommande de ne pas épandre ces boues sans hygiénisation préalable.**

**Recommandations au titre de l'acquisition des connaissances**

L'Anses note par ailleurs le caractère limité des données disponibles de contamination virale dans les effluents et l'évolution de celle-ci dans la filière d'assainissement et recommande d'acquérir des connaissances scientifiques complémentaires. En particulier, il serait important de pouvoir se référer à

<sup>12</sup> à titre d'exemple, considérant des virus enveloppés comme modèles, un stockage de l'ordre de 6 semaines à 5°C pourrait permettre une division par mille de la quantité initiale de virus.

une échelle de pollution virale résiduelle ou à un abattement moyen en titre viral en fonction des pratiques. A ce titre, l'intérêt du suivi des bactériophages infectant les bactéries du tractus intestinal proposé depuis de nombreuses années comme indicateurs de pollution fécale ou virale (coliphages somatiques, phages ARN F-spécifiques) pourrait être approfondi (Martin-Diaz *et al.*, 2020).

Aussi, dans l'objectif d'acquisition de connaissances et comme déjà recommandé par l'Agence (Anses, 2018 ; Anses, 2019 et Afssa, 2009), la recherche des coliphages somatiques et phages ARN F-spécifiques, dans les boues avant et après hygiénisation est recommandé.

Par ailleurs, l'Anses restera attentive aux études et informations à venir susceptibles de faire évoluer cette évaluation.

Dr. Roger Genet

#### **MOTS-CLES**

SARS-CoV-2, COVID-19, coronavirus, assainissement, hygiénisation, station d'épuration, eaux usées, STEU, boues, transmission, épandage.

#### **BIBLIOGRAPHIE**

- Afssa 2008. Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation.
- Afsset 2009. Virus Influenza pandémique A (H1N1) 2009 : évaluation du risque sanitaire pour les travailleurs de l'assainissement des eaux usées
- Anses 2018. Saisine n° 2018-SA-0198 - Note d'appui scientifique et technique de l'Anses portant sur le projet de règlement relatif à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation agricole adopté par la Commission européenne le 28 mai 2018.
- Anses 2019. Saisine n° 2019-SA-0025 - Note d'appui scientifique et technique de l'Anses relative à une demande d'autorisation d'expérimentation portant sur l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts.
- Anses 2020. Saisine n° 2020-SA-0037 - Avis relatif à une demande urgente sur certains risques liés au COVID-19.
- BERTRAND, I., SCHIJVEN, J. F., SÁNCHEZ, G., *et al.* The impact of temperature on the inactivation of enteric viruses in food and water: a review. *Journal of applied microbiology*, 2012, vol. 112, no 6, p. 1059-1074.
- BIBBY, Kyle, FISCHER, Robert J., CASSON, Leonard W., *et al.* Persistence of Ebola virus in sterilized wastewater. *Environmental science & technology letters*, 2015 (a), vol. 2, no 9, p. 245-249.
- BIBBY, Kyle, CASSON, Leonard W., STACHLER, Elyse, *et al.* Ebola virus persistence in the environment: state of the knowledge and research needs. *Environmental Science & Technology Letters*, 2015 (b), vol. 2, no 1, p. 2-6.
- BLANCO, Albert, ABID, Islem, AL-OTAIBI, Nawal, *et al.* Glass Wool Concentration Optimization for the Detection of Enveloped and Non-enveloped Waterborne Viruses. *Food and environmental virology*, 2019, vol. 11, no 2, p. 184-192.

- CASANOVA, Lisa M. et WEAVER, Scott R. Inactivation of an enveloped surrogate virus in human sewage. *Environmental Science & Technology Letters*, 2015, vol. 2, no 3, p. 76-78.
- CASANOVA, Lisa M., JEON, Soyoung, RUTALA, William A., *et al.* Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. *Applied and environmental microbiology*, 2010, vol. 76, no 9, p. 2712-2717.
- CASANOVA, Lisa, RUTALA, William A., WEBER, David J., *et al.* Survival of surrogate coronaviruses in water. *Water research*, 2009, vol. 43, no 7, p. 1893-1898.
- DARNELL, Miriam ER, SUBBARAO, Kanta, FEINSTONE, Stephen M., *et al.* Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. *Journal of Virological Methods*, 2004, vol. 121, p. 85-91
- World Health Organization (OMS). Interim Guidance " Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus ", 19 mars 2020.
- DECREY, Loïc, KAZAMA, Shinobu, et KOHN, Tamar. Ammonia as an in situ sanitizer: influence of virus genome type on inactivation. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2016, vol. 82, no 16, p. 4909-4920.
- ELISSALDE, Nicolas et GANIERE, Jean-Pierre. *Les germes pathogènes dans les boues résiduelles des stations d'épuration urbaines*. Ademe, 1994.
- FENG, Y. Y., ONG, S. L., HU, J. Y., *et al.* Effects of pH and temperature on the survival of coliphages MS2 and Q $\beta$ . *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 2003, vol. 30, no 9, p. 549-552.
- FONGARO, Gislaine, KUNZ, Airton, MAGRI, Maria Elisa, *et al.* Evaluation of the Effective Inactivation of Enteric Bacteria and Viruses From Swine Effluent and Sludge at Tropical Temperatures. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2018, vol. 229, no 7, p. 226.
- Haut Conseil de la santé publique (HCSP). Avis relatif à la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 par la ventilation et la gestion des effluents des patients COVID-19 - 17 mars 2020.
- HOFMANN, Martin et WYLER, Robert. Quantitation, biological and physicochemical properties of cell culture-adapted porcine epidemic diarrhea coronavirus (PEDV). *Veterinary microbiology*, 1989, vol. 20, no 2, p. 131-142.
- LAUDE, H. Thermal inactivation studies of a coronavirus, transmissible gastroenteritis virus. *Journal of General Virology*, 1981, vol. 56, no 2, p. 235-240.
- LECLERCQ, India, BATEJAT, Christophe, BURGUIÈRE, Ana M., *et al.* Heat inactivation of the Middle East respiratory syndrome coronavirus. *Influenza and other respiratory viruses*, 2014, vol. 8, no 5, p. 585-586.
- MARTÍN-DÍAZ, Julia, LUCENA, Francisco, BLANCH, Anicet R., *et al.* Indicator bacteriophages in sludge, biosolids, sediments and soils. *Environmental Research*, 2020, p. 109133.
- PEPPER, Ian L., BROOKS, John P., SINCLAIR, Ryan G., *et al.* Pathogens and indicators in United States Class B biosolids: National and historic distributions. *Journal of environmental quality*, 2010, vol. 39, no 6, p. 2185-2190.
- PIERCY, T. J., SMITHER, S. J., STEWARD, J. A., *et al.* The survival of filoviruses in liquids, on solid substrates and in a dynamic aerosol. *Journal of applied microbiology*, 2010, vol. 109, no 5, p. 1531-1539.
- PRATELLI, A. Action of disinfectants on canine coronavirus replication in vitro. *Zoonoses and public health*, 2007, vol. 54, no 9-10, p. 383-386.
- QUIST-RYBACHUK, G. V., NAUWYNCK, H. J., et KALMAR, I. D. Sensitivity of porcine epidemic diarrhea virus (PEDV) to pH and heat treatment in the presence or absence of porcine plasma. *Veterinary microbiology*, 2015, vol. 181, no 3-4, p. 283-288.
- RABENAU, H. F., CINATL, J., MORGENSTERN, B., *et al.* Stability and inactivation of SARS coronavirus. *Medical microbiology and immunology*, 2005, vol. 194, no 1-2, p. 1-6.
- SASSI, Hannah P., IKNER, Luisa A., ABD-ELMAKSOU, Sherif, *et al.* Comparative survival of viruses during thermophilic and mesophilic anaerobic digestion. *Science of the Total Environment*, 2018, vol. 615, p. 15-19
- SCHWARTZBROD, Louis. Virus humains et santé publique: Conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture et conchyliculture. *Centre collaborateur OMS pour les micro-organismes dans les eaux usées*, Université de Nancy, France, 2000.

- SCHWARZ, K. R., SIDHU, J. P. S., TOZE, S., *et al.* Decay rates of Escherichia coli, Enterococcus spp., F-specific bacteriophage MS2, somatic coliphage and human adenovirus in facultative pond sludge. *Water research*, 2019, vol. 154, p. 62-71.
- WANG, Yulong, WU, Xiaoyu, WANG, Yihua, *et al.* Low stability of nucleocapsid protein in SARS virus. *Biochemistry*, 2004, vol. 43, no 34, p. 11103-11108.
- WEISS, M. et HORZINEK, M. C. Resistance of Berne virus to physical and chemical treatment. *Veterinary microbiology*, 1986, vol. 11, no 1-2, p. 41-49.
- World Health Organization (OMS). Interim Guidance "Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus ", 19 mars 2020.
- ZHAO, Qian et LIU, Yu. Is anaerobic digestion a reliable barrier for deactivation of pathogens in biosludge?. *Science of the total environment*, 2019, vol.668, p.893-902.

**Autres sources :**

- Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées
- Arrêté du 22 novembre 1993 relatif au Code des bonnes pratiques agricoles.
- Circulaire DE/GE n°357 du 16 mars 1999 relative à l'épandage des boues de STEP.
- Code de l'Environnement Livre II Art. R211-26 à R211-47. Epandage des boues issues du traitement des eaux usées.
- Degremont - Memento Technique de l'eau pour les professionnels du traitement de l'eau : (<https://www.suezwaterhandbook.fr/>)
- Décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées
- Document technique N° 39 de synthèse de la FNDAE39
- Institut de l'élevage - Préconisations pratiques pour l'épandage des boues d'épuration sur prairies en élevage laitier – 2010.

## ANNEXE 1

### Présentation des intervenants

**PRÉAMBULE** : Les experts désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

#### EXPERTS RAPPORTEURS

Mme Isabelle DEPORTES – Ingénieure impacts sanitaires et environnementaux de la gestion des déchets à l'ADEME – spécialiste traitements des déchets – membre du CES Matières Fertilisantes et supports de cultures de l'Anses.

Mr Christophe DAGOT - Responsable Spécialité Environnement – ENSIL - ESTER - expert filière STEP - traitement des boues – membre du CES Eaux de l'Anses.

Mr Christophe GANTZER - Directeur Adjoint du laboratoire de Chimie Physique et Microbiologie pour les matériaux et l'Environnement (LCPME) – virologue – impact du traitement des eaux et des aliments sur les virus pathogènes.

#### PARTICIPATION ANSES

---

##### Coordination scientifique DEPR - UCIV

Mr Jean-Rémi DUMENIL - Coordinateur scientifique - Pôle Matières Fertilisantes et Supports de Cultures - Unité de Coordination des Intrants du Végétal – Anses

Mme Patricia MERIGOUT - Coordinatrice scientifique - Pôle Matières Fertilisantes et Supports de Cultures - Unité de Coordination des Intrants du Végétal – Anses

Mr Jérémie PINTE - Cheffe de l'Unité de Coordination des Intrants du Végétal – Anses

##### Contribution scientifique DER - UERE

Mme Estelle WESTERBERG - Chef de projets scientifiques – Unité Evaluation des risques liés à l'eau - Anses

Mme Pascale PANETIER - Cheffe de l'unité Evaluation des risques liés à l'eau – Anses

ANNEXE 2 LETTRE DE SAISINE ET DOCUMENT ANNEXE DU SYPREA



**Ministère de l'Agriculture et  
de l'Alimentation**

Direction générale de  
l'alimentation

**Ministère de la Transition  
écologique et solidaire**

Direction générale  
de la prévention des risques

**Ministère de la Transition  
écologique et solidaire**

Direction générale  
de l'aménagement, du logement  
et de la nature

Monsieur le Directeur général  
Agence nationale de sécurité sanitaire de  
l'alimentation, de l'environnement et du travail  
14 rue Pierre et Marie Curie  
94701 MAISONS ALFORT CEDEX

Paris, le **20 MARS 2020**

**Objet : Demande d'appui scientifique et technique sur les risques éventuels liés aux boues d'épuration urbaines durant l'épidémie de COVID-19.**

Les périodes d'épandage des boues issues de stations d'épuration urbaines vont débuter prochainement et les services publics d'eau et d'assainissement s'interrogent sur les modalités de gestion de ces boues dans le contexte de l'épidémie de COVID-19.

En effet l'avis de l'Anses relatif à une demande urgente sur certains risques liés au COVID-19 (Saisine n° 2020-SA-0037) mentionne une possible présence d'ARN viraux du SARS-CoV-2 dans les selles (sans pour autant assurer de sa viabilité). Une contamination des boues d'épuration par le SARS-CoV-2 n'est donc pas exclue.

Ce même avis précise que le virus est sensible aux températures de cuisson, et en particulier qu'un traitement thermique à 63°C pendant 4 min (température utilisée en liaison chaude en restauration collective) permet de diviser par 10 000 la contamination d'un produit alimentaire. Les principaux traitements des boues d'épuration (physiques, chimiques et biologiques) conduisent à une montée en température, laissant supposer qu'elle permet l'inactivation d'une éventuelle charge virale.

Dans ce contexte, nous vous demandons d'évaluer, sur la base des données disponibles, la probabilité de survie du SARS-CoV-2 après le traitement des boues de station d'épuration (au vu des critères d'hygiénisation) et, en lien, les risques

éventuels liés à la valorisation agronomique sur les sols agricoles des boues d'épuration urbaines (ayant fait l'objet d'un traitement ou non). Le cas échéant, vous préciserez les modalités particulières de gestion que vous estimeriez nécessaires pour obtenir un abattement suffisant pour limiter la contamination éventuelle des boues d'épuration épandues.

A toutes fins utiles, vous trouverez en copie de ce courrier des propositions de préconisations faites par le syndicat des professionnels du recyclage en agriculture (SYPREA) visant à éviter la propagation du SARS-CoV-2 lors de la valorisation agronomique des boues.

Nous vous remercions de bien vouloir nous faire part de vos conclusions pour le 27 mars 2020. Nous vous invitons également à compléter par la suite cette première réponse en tant que de besoin, sur la base de nouvelles informations qui seraient rendues disponibles dans l'intervalle.

Nos services se tiennent à votre disposition pour toute information complémentaire.

Le Directeur général  
de l'alimentation

Le Directeur général  
de la prévention des  
risques

La Directrice générale  
de l'aménagement, du  
logement et de la nature

P/0

Bruno FERREIRA

Cédric BOURILLET

Stéphanie DUPUY-LYON

Le directeur général adjoint de l'alimentation  
Chef du service de la gouvernance  
et de l'international  
CVO  
Loïc EVAÏN



## **Propositions de mesures visant à éviter la propagation du SARS-CoV-2 par le traitement et lors de la valorisation agronomique des boues d'épuration.**

Les mesures proposées ci-après sont destinées à éviter les risques éventuels de propagation du SARS-CoV-2 par les opérations de traitement, de stockage et de valorisation agronomique des boues d'épuration. Elles peuvent être appliquées de façon provisoire, sur prescription des autorités, suite au passage au stade 3 de l'épidémie.

En premier lieu, Il est important de rappeler que l'extraction régulière des boues et le maintien des exutoires permettant de les traiter et de les valoriser doit être un objectif prioritaire car il s'agit d'activités en continuité avec un service d'importance vitale.

D'autre part des dispositions réglementaires strictes encadrent d'ores et déjà les filières de retour au sol des boues afin de limiter les risques de propagation des pathogènes et donc des virus dans l'environnement. Elles ont démontré leur efficacité puisqu'au cours des 20 dernières années aucun incident sanitaire impliquant le retour au sol des boues d'épuration n'a été recensé.

Enfin si le SARS-CoV-2 s'avère très contagieux il fait heureusement partie des virus dit de type enveloppé ce qui le rend moins résistant dans l'environnement que les virus non enveloppés comme par exemple les entérovirus. Comme les autres virus, le SARS-CoV-2 est incapable de se reproduire en dehors de son organisme hôte. Il est toutefois établi que ce type de virus peut être excrété via les selles des sujets infectés et rejoindre ainsi le système d'assainissement. Des coronavirus substitués du SARS-CoV-2 ont montré qu'ils pouvaient rester infectieux dans les eaux usées pendant plusieurs jours (Casanova et al., 2009). Il n'est donc pas exclu que le SARS-CoV-2 soit présent dans les boues d'épuration. Cette question n'étant pas documentée à ce jour, il n'est pas possible d'évaluer les concentrations en SARS-CoV-2 de ce type de matrice.

A noter également que l'ANSES dans son avis du 9 mars 2020 en réponse à la saisine n° 2020-SA-0037 de la DGAL indique que le passage du SARS-CoV-2 de l'être humain vers une autre espèce animale (entre autres domestique) semble actuellement peu probable<sup>1</sup>.

L'évaluation du risque de propagation du SARS-CoV-2 via le retour au sol des boues d'épuration nécessite de différencier les types de traitement et notamment ceux qui permettent d'atteindre les critères d'hygiénisation (cf arrêté 08/01/98).

<sup>1</sup> <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2020SA0037.pdf>

Les traitements dits hygiénisant incluent le compostage, le séchage, la digestion thermophile et le chaulage des boues. Ils permettent de s'affranchir des risques de contamination par l'élévation de la température ou du pH.

Les prescriptions réglementaires actuelles garantissent le bon fonctionnement des procédés de traitement et le respect des critères d'hygiénisation avant retour au sol du compost, des boues d'épuration ou des matières fertilisantes qui en contiennent. Face au risque de propagation du SARS-CoV-2, il est proposé de renforcer les contrôles et les enregistrements associés.

Pour les traitements non hygiénisants, les mesures de précautions supplémentaires proposées dans le tableau ci-dessous permettent de garantir efficacement la maîtrise du risque de propagation du SARS-CoV-2.

Il est à noter que la démarche de réflexion sur la maîtrise du risque a été menée par les représentants des métiers du traitement des eaux usées et des boues, avec le soutien externe de professionnels de la santé. Elle s'appuie notamment sur les travaux antérieurs de normalisation européenne dont le guide hygiénisation (N°10) élaboré par le CEN TC308 « caractérisation des boues » représenté en France par la commission P16P de l'AFNOR. Les mesures proposées ont été décidées sur la base des connaissances disponibles sur le SARS-CoV-2 en date du 13 mars 2020.

Ces mesures s'appliquent uniquement pour les lots de boues produits après le passage au stade 2 (29/02/2020).

Type de traitement des boues	Contrôles process	Mesures additionnelles de maîtrise des risques proposées au stade 3 de l'épidémie
Digestion anaérobie mésophile*	Température supérieure à 35°C pendant 15 jours	Stockage par batch pour une période de 15 jours avant épandage ou injection directe ou enfouissement immédiat ; à défaut orientation vers une filière hygiénisante  Interdiction de dépôt temporaire en bout de champ
Digestion anaérobie thermophile	Température supérieure à 55°C pendant 3 jours	Enregistrement du suivi des températures  Contrôle des critères d'hygiénisation (cf arrêté 08/01/98) toutes les 1000 tonnes de boues produites

Type de traitement des boues	Contrôles process	Mesures additionnelles de maîtrise des risques proposées au stade 3 de l'épidémie
Séchage ou conditionnement thermique	Température > 80°C Teneur en MS > 90%	Enregistrement du suivi des températures Contrôle des critères d'hygiénisation toutes les 1000 tonnes de boues produites
Séchage solaire	Fonctionnement par batch sans réintroduction de boues fraîches 15 jours avant épandage	Traitement par batch sans réintroduction de boues fraîches 15 jours avant épandage
Chaulage	Taux incorporation de la chaux > 30% MS Ph > 12 en sortie des équipements de chaulage et maintenu au-dessus de 12 pendant au moins 48heures	Enregistrement journalier du ph Contrôle des critères d'hygiénisation toutes les 1000 tonnes de boues produites
Compostage*	Température > 55°C pendant 3 jours	Enregistrement du suivi des températures et des retournements Contrôle des critères d'hygiénisation (cf arrêté du 08/01/98) toutes les 1000 tonnes de compost produit
Stabilisation aérobie (ex: boues liquides ou déshydratées d'aération prolongée) Suivi par un épandage direct	Aucun	Stockage par batch pour une période 15 jours avant épandage ou injection directe ou enfouissement immédiat ; à défaut orientation vers une filière hygiénisante  Interdiction de dépôt temporaire

\* Traitement pouvant être réalisé sur ou hors station d'épuration